

Solid electrolyte gas sensorPatent Number: ☐ US6068747

Publication date: 2000-05-30

Inventor(s): FUKUDA YUSHI (JP); MIZUTANI KEIGO (JP); MORI HIROSHI (JP); SAITO MAKOTO (JP); TOJO SENTA (JP)

Applicant(s): DENSO CORP (JP); NIPPON SOKEN (JP)

Requested Patent: ☐ DE19810075Application
Number: US19980022485 19980212Priority Number
(s): JP19970074481 19970310; JP19970074482 19970310

IPC Classification: G01N27/407

EC Classification: G01N27/417Equivalents: ☐ FR2760532

Abstract

A gas sensor using oxygen-ion-conductive solid electrolyte layers measures a concentration of a constituent gas such as NO_x in a gas mixture such as an exhaust gas mixture of an internal combustion engine. The gas sensor includes a pair of oxygen pumping cells and a sensor cell. Before the constituent gas concentration is measured by the sensor cell, oxygen gas contained in the gas mixture has to be purged because the oxygen gas adversely affects the measurement of the constituent gas concentration. Two pumping cells disposed to face a chamber, into which the gas mixture is introduced, pump out the oxygen gas contained in the gas mixture so that the oxygen concentration is reduced substantially zero. Then, the gas mixture is diffused to the sensor cell where the constituent gas concentration is measured without the adverse influence of the oxygen gas. A marginal ion current which is proportional to the constituent gas concentration is measured by the sensor cell with a high accuracy and sensitivity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 198 10 075 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 N 27/407
G 01 N 27/416

②1 Aktenzeichen: 198 10 075.2
②2 Anmeldetag: 9. 3. 98
④3 Offenlegungstag: 17. 9. 98

DE 198 10 075 A 1

③0 Unionspriorität:
P 9-74481 10. 03. 97 JP
9-74482 10. 03. 97 JP

⑦1 Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

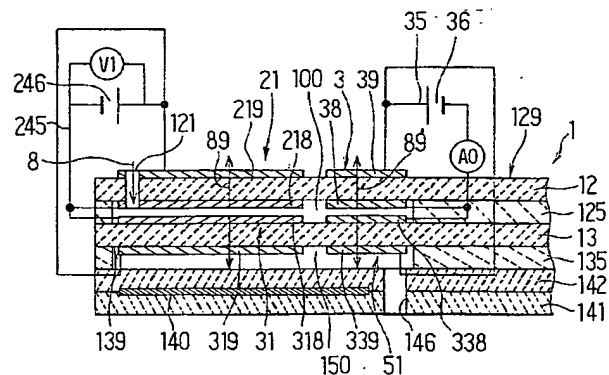
⑦4 Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑦2 Erfinder:
Tojo, Senta, Kariya, Aichi, JP; Saito, Makoto, Kariya,
Aichi, JP; Mizutani, Keigo, Aichi, JP; Mori, Hiroshi,
Kariya, Aichi, JP; Fukuda, Yushi, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 **Festelektrolyt-Gassensor**

⑤7 Ein sauerstoffionenleitende Festelektrolytschichten (12, 13) verwendender Gassensor mißt eine Konzentration eines Gasbestandteils, wie NO_x, in einer Gas Mischung, wie eine Abgas Mischung einer Brennkraftmaschine. Der Gassensor hat ein Paar Sauerstoffpumpzellen (21, 31) und eine Sensorzelle (3). Bevor die Konzentration des Gasbestandteils durch die Sensorzelle gemessen wird, muß in der Gas Mischung enthaltenes Sauerstoffgas abgeführt werden, weil das Sauerstoffgas die Messung der Konzentration des Gasbestandteils nachteilig beeinflusst. Zwei in einer Kammer (100), in die die Gas Mischung zugeführt wird, angeordnete Pumpzellen (21, 31) pumpen das in der Gas Mischung enthaltene Sauerstoffgas ab, so daß die Sauerstoffkonzentration im wesentlichen zu Null wird. Dann diffundiert die Gas Mischung zu der Sensorzelle (3), in der die Konzentration des Gasbestandteils gemessen wird, ohne den nachteiligen Einfluß des Sauerstoffgases zu haben. Ein Marginalienstrom, der zu der Konzentration des Gasbestandteils proportional ist, wird durch die Sensorzelle (3) mit einer hohen Genauigkeit und Empfindlichkeit gemessen.



DE 198 10 075 A 1



Beschreibung

Diese Anmeldung beruht auf und beansprucht die Priorität der Japanischen Patentanmeldungen Nr. Hei-9-74481, hinterlegt am 10. März 1997, und Nr. Hei-9-74482, hinterlegt am 10. März 1997, deren Inhalt durch Bezugnahme Bestandteil dieser Anmeldung ist.

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Festelektrolyt-Gassensor zum Erfassen einer Konzentration eines spezifischen, in einer Gasmischung enthaltenen Gases, wie zum Beispiel eines NO_x-Gases, das in einem Abgas einer Brennkraftmaschine enthalten ist.

2. Beschreibung des Stands der Technik

Sensoren zum Erfassen einer NO_x-Konzentration in einem Abgas einer Brennkraftmaschine, die an einer Abgasleitung angebracht sind, sind bisher bekannt. Solche Sensoren werden verwendet, um eine Brennkraftmaschine zu steuern. Ein sauerstoffionenleitender Festelektrolyt, wie ein stabilisiertes Zirkon(dio)xid, wird üblicherweise für den Sensor verwendet. Der Sensor besteht aus einer Kammer, in die eine Gasmischung eingeführt wird, und aus einer Sensorzelle mit einem Paar Elektroden, die auf beiden Flächen einer sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht angeordnet sind. Eine der Sensorzellenelektroden, die aus einem aktiven Material zur Reduktion des Sauerstoffs des NO_x-Gases in der Mischung zu Sauerstoffionen gemacht ist, ist der Gasmischungskammer gegenüberliegend angeordnet und die andere Elektrode liegt Atmosphärenluft gegenüber. Die Konzentration des NO_x wird auf der Basis eines Sauerstoffionenstroms gemessen, der durch den Elektrolyt fließt und proportional zu der NO_x-Konzentration ist. Weil jedoch Sauerstoff in der Gasmischung, wie einem Abgas enthalten ist, wird Sauerstoff in der Gasmischung ebenfalls zusammen mit dem Sauerstoff des NO_x-Gases zu Sauerstoffionen reduziert. Folglich erfaßt der Gassensor eine Gesamtmenge von Sauerstoffionen von sowohl Sauerstoff in der Gasmischung als auch von dem Sauerstoff im NO_x-Gas und es ist entsprechend nicht möglich, den lediglich zu der NO_x-Konzentration proportionalen Ionenstrom zu messen.

Um den Einfluß des in der Gasmischung enthaltenen Sauerstoffs zu eliminieren, ist beispielsweise in JP-A-8-29387 ein Gassensor vorgeschlagen, der eine Sauerstoffpumpzelle zum Herauspumpen des Sauerstoffs aus der Mischungskammer hat. Die Sauerstoffpumpzelle besteht aus einem Paar Elektroden, die an beiden Flächen einer sauerstoffionenleitenden Elektrolytschicht angeordnet sind. Eine Elektrode, die aus einem Material gemacht ist, welches für die Reduktion des Sauerstoffs des NO_x-Gases inaktiv ist, ist der Mischungskammer gegenüberliegend angeordnet, und die andere Elektrode ist der Atmosphärenluft ausgesetzt. Indem eine elektrische Spannung zwischen dem Paar Elektroden angelegt wird, wird Sauerstoff in der Gasmischung in der Nähe der Pumpenzellenelektrode ionisiert und durch den Elektrolyten herausgepumpt. Diese Pumpzelle hat jedoch den Nachteil, daß lediglich Sauerstoff in der Nähe der Elektrode ionisiert wird und von der Elektrode entfernt existierender Sauerstoff schwer zu ionisieren ist. Folglich ist es schwierig, den Sauerstoff vollständig aus der Mischungskammer herauszupumpen und, entsprechend, ist es schwierig den Einfluß des Sauerstoffs in der Gasmischung bei der Messung der NO_x-Konzentration zu eliminieren. In anderen

Worten, es ist nicht möglich zu sagen, ob die NO_x-Konzentration tatsächlich zugenommen hat oder die Menge des Sauerstoffs in der Gasmischung zugenommen hat, sogar wenn der Gassensor einen höheren Wert anzeigt.

Um dieses Problem zu bewältigen, wurde in einem SAE Paper Nr. 960334 ein Gassensor vorgeschlagen, der eine Sauerstoffsensorzelle zur Messung der Sauerstoffkonzentration in der Mischungskammer hat. Die Sauerstoffsensorzelle besteht aus einem Paar Elektroden, die an beiden Flächen einer sauerstoffionenleitenden Elektrolytschicht angeordnet sind. Eine der Elektroden ist der Mischungskammer zugewandt, die andere ist der Atmosphärenluft zugewandt. Eine zwischen dem Paar von Elektroden erzeugte zur Sauerstoffkonzentration in der Mischungskammer proportionale Spannung wird zu der Sauerstoffpumpzelle rückgeführt, um eine daran anzulegende Spannung einzustellen, so daß die Sauerstoffkonzentration in der Mischungskammer auf einer konstanten Höhe gehalten wird. Dieser Typ eines Gassensors hat jedoch den Nachteil, daß die einen bestimmten Raum in dem Sensor belegende Sauerstoffsensorzelle zwingend erforderlich ist. Folglich wird ein Raum für die Sauerstoffpumpzelle verringert. Weil die Pumpkapazität der Sauerstoffpumpzelle proportional zur Fläche ihrer Elektroden ist, wird die durch die Pumpzelle abgepumpte Sauerstoffmenge abnehmen, wenn der Raum für die Pumpzelle kleiner wird. Wenn die Pumpkapazität abnimmt, muß eine Menge der in die Mischungskammer zugeführten Gasmischung vermindert werden, was zu einer Verminderung des durch den Gassensor zu erfassenden Ionenstroms führt. Mit anderen Worten, die Empfindlichkeit des Gassensors ist reduziert. Ferner wird, weil eine Elektrode des Sauerstoffsensors der Atmosphärenluft ausgesetzt werden muß, ein Aufbau des Gassensors komplex.

Obwohl die Schwierigkeiten herkömmlicher Gassensoren unter der Annahme erläutert wurden, daß die Gassensoren für die Erfassung der NO_x-Konzentration in der Gasmischung verwendet werden, bestehen die gleichen Schwierigkeiten bei Gassensoren zur Erfassung anderer Gasbestandteile, wie SO_x, H₂O, CO₂ oder dergleichen, solange eine Konzentration eines Gasbestandteils durch eine Sensorzelle derart erfaßt wird, daß der Sauerstoffionenstrom gemessen wird, der aus einer Reduktion des Gasbestandteils resultiert.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der vorgenannten Schwierigkeiten gemacht und eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Festelektrolyt-Gassensor zur Erfassung einer Konzentration eines Gasbestandteils in einer Gasmischung mit hoher Empfindlichkeit und Genauigkeit zu schaffen, indem der Einfluß von in der Gasmischung enthaltenem Sauerstoff eliminiert wird.

Ein Paar von Sauerstoffpumpzellen wird in dem erfindungsgemäßen Gassensor verwendet, um das in der Gasmischung enthaltene Sauerstoffgas abzupumpen, so daß die Sauerstoffkonzentration im wesentlichen Null wird. Jede Sauerstoffpumpzelle ist angeordnet, der in eine Gasmischungskammer zugeführten Gasmischung gegenüberzuliegen. Dann wird die Gasmischung, aus der der darin enthaltene Sauerstoff abgepumpt oder entfernt ist, zu einer Sensorzelle diffundiert, welche eine Konzentration eines Gasbestandteils in der Gasmischung mißt. Somit wird der nachteilige Einfluß des Sauerstoffgases eliminiert und die Gasbestandteilkonzentration in der Gasmischung kann mit einer hohen Empfindlichkeit und Genauigkeit gemessen werden.

Jede Sauerstoffpumpzelle besteht aus einer sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht und einem Paar von Elektroden, die an beiden Flächen der Elektrolytschicht an-



geordnet sind. Zwei Elektrolytschichten sind aufeinander laminiert, um eine Gasmischungskammer zu bilden, in welche die Gasmischung eingeführt wird, und eine der Elektroden jeder Pumpzelle ist der Gasmischung ausgesetzt. Wenn der Gasbestandteil, dessen Konzentration durch den Gassensor gemessen werden soll, NO_x-Gas ist, bestehen die der Gasmischung ausgesetzten Elektroden der Pumpzellen aus einem Material, wie einer Legierung aus Platin und Gold (Pt-Au), die bezüglich einer Reduktion des Sauerstoffs des NO_x in der Gasmischung inaktiv ist, und andere Elektroden sind aus Platin (Pt) gemacht, welches aktiv ist.

Die Sensorzelle zur Messung der Gasbestandteilkonzentration besteht aus einer sauerstoffionenleitenden Feststoffelektrolytschicht und einem Paar von Elektroden aus einem Material wie Platin (Pt), die an beiden Flächen der Elektrolytschicht angeordnet sind. Die die Pumpzelle darauf tragende Elektrolytschicht kann gemeinsam als die Elektrolytschicht für die Sensorzelle benutzt werden. Vorzugsweise werden zwei Sensorzellen in dem Gassensor verwendet, die elektrisch parallel miteinander verbunden sind, um einen höheren Ausgang zu erhalten.

Die Elektrolytschichten haben eine rechteckige Form. Die Pumpzelle und die Sensorzelle sind entweder in der Längsrichtung des Elektrolyts oder in der zu der Längsrichtung senkrechten Richtung nebeneinander ausgerichtet angeordnet. Der Diffusionsabstand (oder -weg) der Gasmischung von der Pumpzelle zu der Sensorzelle kann kürzer gemacht werden, wenn beide Zellen in der Richtung senkrecht zur Längsrichtung ausgerichtet sind. In diesem Fall können beide Zellen in der Längsrichtung verlängert sein und die Gasmischung kann durch eine Vielzahl von Einlaßbohrungen, die in der Pumpzelle ausgebildet sind, in die Gasmischungskammer eingeführt werden.

Eine konstante Spannung wird auf beide Pumpzellen aufgebracht, die elektrisch miteinander parallel verbunden sind, und eine andere konstante Spannung kann auf eine Sensorzelle oder ein Paar parallel miteinander verbundene Sensorzellen aufgebracht werden. Wenn die Spannung auf die Sensorzelle aufgebracht wird, wird ein zur Gasbestandteilkonzentration proportionaler marginaler Ionenstrom gemessen. Es ist zudem möglich, eine die Gasbestandteilkonzentration repräsentierende Spannung durch die Sensorzelle ohne ein Aufbringen einer Spannung darauf zu erfassen.

In dem Diffusionspfad der Gasmischung von der Pumpzelle zu der Sensorzelle kann eine Sauerstoffsensorzelle angeordnet sein, um die Sauerstoffkonzentration in der Gasmischung zu messen, nachdem der darin enthaltene Sauerstoff durch die Pumpzellen abgepumpt wurde. Der Sauerstoffsensor überwacht oder verfolgt die verbleibende Sauerstoffkonzentration und führt diese Information zu den Pumpzellen zurück, um die Sauerstoffkonzentration in der Gasmischung auf eine konstante Höhe zu regeln. Die Elektrolytschichten, die jeweils die Sauerstoffpumpzelle, die Sauerstoffsensorzelle und die Sensorzelle tragen, können in dieser Reihenfolge laminiert sein, und der Diffusionspfad der Gasmischung kann in der Laminationsrichtung gemacht sein, d. h. in der Dickenrichtung, wodurch der Diffusionspfad verkürzt wird.

Eine Heizerschicht kann zusammen mit den Pumpzellen und Sensorzellen tragenden Elektrolytschichten laminiert sein, um ein schnelleres Ansprechen des Gassensors zu erhalten. Andere Ziele und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen deutlich.

Kurzbeschreibung der Zeichnung

Fig. 1 ist eine Draufsicht, die ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Gassensors zeigt;

Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht, längs einer Linie II-II in Fig. 1, die den Gassensor gemäß Fig. 1 zeigt;

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die jede in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendete Schicht voneinander getrennt zeigt;

Fig. 4 ist eine teilweise geschnittene Perspektivansicht, die eine Gassensorbaugruppe zeigt, in die der erfindungsgemäße Gassensor eingebaut ist;

Fig. 5 ist eine Darstellung, die zeigt, wie der Gassensor an einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine angebracht ist;

Fig. 6A ist eine Schnittansicht einer Gasmischungskammer zur Erläuterung einer Sauerstoffkonzentration darin, in der lediglich eine Sauerstoffpumpzelle verwendet ist;

Fig. 6B ist eine Querschnittsansicht der Gasmischungskammer zur Erläuterung einer Sauerstoffkonzentration darin, in der zwei Sauerstoffpumpzellen verwendet sind;

Fig. 7A ist eine Querschnittsansicht, die einen Gassensor zeigt, in dem eine einzelne Sauerstoffpumpzelle mit einer vergrößerten Fläche verwendet wird;

Fig. 7B ist eine Schnittansicht, die einen Gassensor zeigt, in dem zwei Sauerstoffpumpzellen mit einer kleineren Fläche verwendet sind;

Fig. 8 ist eine Schnittansicht, die eine mögliche Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 9 ist eine Schnittansicht, die einen Gassensor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 10 ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Sauerstoffsensorzelle des zweiten Ausführungsbeispiels zugeführten Spannung und ihrem Marginalstrom zeigt;

Fig. 11 ist ein Graph, der die Sauerstoffkonzentration in einer Gasmischungskammer des zweiten Ausführungsbeispiels über die Zeit zeigt;

Fig. 12 zeigt eine Draufsicht eines Gassensors gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 ist eine Schnittansicht längs einer Linie XIII-XIII in Fig. 12, die das dritte Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 14 ist eine perspektivische Ansicht, die jede in dem dritten Ausführungsbeispiel verwendete Schicht voneinander getrennt zeigt;

Fig. 15 ist ein Graph, der eine Beziehung zwischen einer Querschnittsfläche von Gasmischungseinlaßbohrungen und einem Ausgang des Gassensors des dritten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 16 ist eine Draufsicht, die eine erste Modifikation des dritten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 17 ist eine Draufsicht, die eine zweite Modifikation des dritten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 18 ist eine Schnittansicht längs einer Linie XVIII-XVIII in Fig. 17, die die zweite Modifikation des dritten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 19 ist eine Draufsicht, die ein viertes Ausführungsbeispiel eines Gassensors gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt; und

Fig. 20 ist eine Schnittansicht längs einer Linie XX-XX in Fig. 19, die das vierte Ausführungsbeispiel zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

(Erstes Ausführungsbeispiel)

Ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Festelektrolyt-Gassensors wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 7 beschrieben. Der Gassensor gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird zur Erfassung einer NOx-Konzentration in einer Gas Mischung in einer Abgasleitung einer Brennkraftmaschine verwendet. Der Gassensor ist in die Abgasleitung der Maschine eingebaut, wie in Fig. 5 gezeigt ist.

Wie in Fig. 1, 2 und 3 gezeigt ist, hat der Gassensor 1 zwei Sauerstoffpumpzellen (eine erste Sauerstoffpumpzelle 21 und eine zweite Sauerstoffpumpzelle 31) und zwei Sensorzellen (eine erste Sensorzelle 3 und eine zweite Sensorzelle 51). Die Gas Mischung 8 wird in eine Gas Mischungskammer 100 durch eine Einlaßbohrung (feines Loch) 121 zugeführt. Sauerstoffgas 89 in der Gas Mischungskammer 100 wird daraus durch Betrieb der Pumpzellen 21 und 31 abgepumpt. Die Gas Mischung, aus der Sauerstoff eliminiert wurde, wird in den Sensorzellenbereich diffundiert und die NOx-Konzentration wird durch die Sensorzellen 3 und 51 gemessen.

Die erste Pumpzelle 21 besteht aus einer ersten sauerstoffionenleitenden Elektrolytschicht 12 und einem Paar von Elektroden 218 und 219, die an beiden Flächen davon angeordnet sind. Die zweite Pumpzelle 31 besteht aus einer zweiten sauerstoffionenleitenden Elektrolytschicht 13 und einem Paar von Elektroden 318 und 319, die an beiden Flächen davon angeordnet sind. Die erste Sensorzelle 3 besteht aus der ersten Elektrolytschicht 12 und einem Paar von Elektroden 38 und 39, die an beiden Flächen davon angeordnet sind. Die zweite Sensorzelle 51 besteht aus der zweiten Elektrolytschicht 13 und einem Paar von Elektroden 338 und 339, die an beiden Flächen davon angeordnet sind. Eine Elektrode 218 der ersten Pumpzelle 21 und eine Elektrode 318 der zweiten Pumpzelle 31 liegen der Gas Mischung in der Kammer 100 gegenüber. Eine Elektrode 38 der ersten Sensorzelle 3 und eine Elektrode 338 der zweiten Sensorzelle 51 liegen der Gas Mischung in der Kammer 100 gegenüber. Beide Elektroden 218 und 318, die der Gas Mischung gegenüberliegen, sind aus einem Material gemacht, welches hinsichtlich einer Reduktion von Sauerstoff in NOx in Sauerstoffionen inaktiv ist, während all die anderen Elektroden 219, 319, 38, 39, 338 und 339 aus einem Material gemacht sind, welches hinsichtlich einer Reduzierung von Sauerstoff im NOx in Sauerstoffionen aktiv ist. Die erste und die zweite Sauerstoffpumpzelle 21 und 31 sind einander in der Gas Mischungskammer 100 gegenüberliegend angeordnet. Eine konstante Spannung, beispielsweise 0,8 V, ist zwischen den Elektroden 218 und 219 der ersten Pumpzelle 21 und zwischen den Elektroden 318 und 319 der zweiten Pumpzelle 31 von einer Spannungsquelle 246 angelegt. Dies bedeutet, beide Pumpzellen 21 und 31 sind bezüglich der Spannungsquelle 246 parallel geschaltet. Indem der Sauerstoff in der Gas Mischung in der Kammer 100 durch Betrieb der Pumpzellen 21 und 31 abgepumpt wird, wird die Sauerstoffkonzentration darin im wesentlichen auf Null gehalten (beispielsweise weniger als 0,01 ppm). Auf die gleiche Weise sind die erste und die zweite Sensorzelle 3 und 51 einander in der Gas Mischungskammer 100 gegenüberliegend angeordnet. Eine konstante Spannung, beispielsweise 0,5 V, ist zwischen den Elektroden 38 und 39 der ersten Sensorzelle 3 und zwischen den Elektroden 338 und 339 der zweiten Sensorzelle 51 von einer Spannungsquelle 36 angelegt. In anderen Worten, zwei Sensorzellen 3 und 51 sind bezüglich der Spannungsquelle 36 parallel geschaltet oder verbunden.

Die Gas Mischungskammer 100 ist zwischen der ersten Elektrolytschicht 12 und der zweiten Elektrolytschicht 13 ausgebildet und unterhalb der zweiten Elektrolytschicht 13 ist ein Luftdurchlaß 150 zwischen der zweiten Elektrolytschicht 13 und einer Heizerschicht 141, die durch eine Deckschicht 142 abgedeckt ist, ausgebildet. Die Heizerschicht 141 mit einem darauf angeordneten Heizfilm 140 beheizt den Gassensor 1. Der Luftdurchlaß 150 ist über ein kleines Loch 146 mit atmosphären Luft verbunden. Eine Abstandsschicht 125 ist zwischen der ersten und der zweiten Elektrolytschicht 12 und 13 angeordnet und eine andere Abstandsschicht 135 ist zwischen der zweiten Elektrolytschicht 13 und der Deckschicht 142 zwischengeordnet. Die Schichten 125, 135, 141 und 142 sind aus Aluminiumoxid gemacht. Das Sauerstoffgas 89 wird aus der Gas Mischungskammer 100 durch die erste Pumpzelle 21 und die erste Sensorzelle 3 abgepumpt, während es durch die zweite Pumpzelle 31 und die zweite Sensorzelle 51 in den Luftdurchlaß 150 abgepumpt wird.

Einzelheiten des Sensoraufbaus werden hauptsächlich unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben, in der jede den Gassensor 1 bildende Schicht separat von der obersten Schicht bis zur untersten Schicht gezeigt ist. Auf der ersten Elektrolytschicht 12 sind die die erste Pumpzelle 21 bildende Elektrode 219, die die erste Sensorzelle 3 bildende Elektrode 39 und Leitungsdrähte 259 sowie Anschlüsse 267 und 269 zur Verbindung der Elektroden in elektrischen Schaltkreisen 245 und 35 angeordnet. Unterhalb der ersten Elektrolytschicht 12 sind die die erste Pumpzelle 21 bildende Elektrode 218, die die erste Sensorzelle 3 bildende Elektrode 38 und Leitungsdrähte 258 sowie Anschlüsse 268 für deren elektrische Verbindung vorgesehen. Die Anschlüsse 267 und 268 sind elektrisch durch Durchgangsbohrungen 266 verbunden. Die Abstandsschichten 125 mit einem die Gas Mischungskammer 100 bildenden Fenster 126, kommt unter die erste Elektrolytschicht 12. Bohrungen 266 darin sind für elektrische Verbindungen. Auf der zweiten Elektrolytschicht 13 sind die die zweite Pumpzelle 31 bildende Elektrode 318, die die zweite Sensorzelle 51 bildende Elektrode 338 und Leitungen (oder Leitungsdrähte) 358 sowie Anschlüsse 368 für elektrische Verbindungen angeordnet. Unterhalb der zweiten Elektrolytschicht 13 sind die die zweite Pumpzelle 31 bildende Elektrode 319, die die zweite Sensorzelle 51 bildende Elektrode 339 und Leitungsdrähte 359 sowie Anschlüsse 369 vorgesehen. Die andere Abstandsschicht 135 mit einem den Luftdurchlaß 150 bildenden Fenster 136 ist unterhalb der zweiten Elektrolytschicht 13 angeordnet. Dann kommt die Deckschicht 142 mit einem kleinen Loch 146 zur Abgabe des Sauerstoffs dadurch, um die Heizerschicht 141 abzudecken. Unterhalb der Deckschicht 142 befindet sich die Heizerschicht 141 mit einem Heizfilm 140 zur Heizung des Gassensors, Leitungsdrähten 149 und dem kleinen Loch 146 zur Abgabe des Sauerstoffs dadurch. Unterhalb der Heizerschicht 141 sind Anschlüsse 147 zur elektrischen Verbindung des Heizfilms 140 über Durchgangslöcher 148 angeordnet. Die Gas Mischung wird durch Einlaßbohrungen 121 (feine Löcher) der Mischungskammer 100 zugeführt, die an dem linken Ende der Elektroden 219 und 218 durch die erste Elektrolytschicht 12 ausgebildet sind. Das kleine Loch 146 zur Abgabe von Sauerstoff, das in der Heizerschicht 141 ausgebildet ist, ist an einer Position angeordnet, in der es nicht mit dem Heizfilm 140 kollidiert oder wechselwirkt.

Ein Voltmeter V1 (in Fig. 2 gezeigt) zur Messung der Spannung der parallel geschalteten Pumpzellen 21 und 31 ist in dem Schaltkreis 245 angeordnet und ein Amperemeter A0 (in Fig. 2 gezeigt) zur Messung des Marginal-Ionenstroms der parallel geschalteten Sensorzellen 3 und 51 ist in



dem Schaltkreis 35 angeordnet.

Die erste und die zweite sauerstoffionenleitende Elektrolytschicht 12 und 13 sind aus Yttriumoxid stabilisiertem Zirkon(di)oxid (YSZ) gemacht und die Breite, die Länge und die Dicke davon sind in dieser Reihenfolge 7 mm, 61 mm und 0,16 mm bei diesem speziellen Ausführungsbeispiel. Die Abstandsschichten 125 und 135 sind aus Aluminiumoxid gemacht und dies Breite, die Länge und die Dicke davon sind 7 mm, 61 mm und 0,16 mm in dieser Reihenfolge. Die Pumpzellenelektroden 218 und 318, die der Gasmischungskammer 100 gegenüberliegen, sind aus einer Platingoldlegierung (Pt-Au) gemacht, die 1 Gewichtsprozent Gold (Au) enthält. Die anderen Pumpzellenelektroden 219 und 319 und alle Sensorzellenelektroden 38, 39, 338 und 339 sind aus Platin (Pt) gemacht. Der Heizfilm 140 ist aus Platin (Pt) gemacht. Der Flächeninhalt der Oberfläche der Pumpzellenelektroden 218, 219, 318 und 319 beträgt etwa 70 mm² und der Flächeninhalt der Oberfläche der Sensorzellenelektroden 38, 39, 338 und 339 beträgt etwa 12 mm² in diesem speziellen Ausführungsbeispiel.

Der Gassensor 1 ist mit den folgenden Verfahren hergestellt. Zunächst werden Grünlinge oder Grün tafeln für die erste und die zweite Elektrolytschicht 12 und 13, für die Abstandsschichten 125 und 135, für die Heizerschicht 141 und für die Deckschicht 142 hergestellt. Dann werden alle Elektroden, die Leitungsdrähte, die Anschlüsse und der Heizfilm auf die entsprechenden Grünlinge aufgedruckt. Die Grünlingsschichten werden alle in der in Fig. 3 gezeigten Reihenfolge aufeinander laminiert und unter einem Druck bei einer Temperatur von 1500°C–1600°C gebrannt. Somit werden all die Schichten als der Gassensor 1 einstückig bzw. als ein einzelner Körper ausgebildet.

Der Gassensor 1 ist in eine in Fig. 4 gezeigte Gassensorbaugruppe 4 eingebaut. Die Gassensorbaugruppe 4 hat einen Halter 42 zum Halten des Gassensors 1 darauf, eine Abdeckung 41 zum Abdecken des Gassensors 1 und zum Schutz des Gassensors 1 gegen das Abgas in der Abgasleitung der Maschine, ein Gehäuse 44 zur Aufnahme von Leitungsdrähten 49 für elektrische Verbindungen darin und einen Flansch 43 zur Befestigung der Gassensorbaugruppe 4 in der Abgasleitung. In der Abdeckung 41 sind Bohrungen zum Einführen der Gasmischung in den Gassensor 1 ausgebildet. Wie in Fig. 5 gezeigt ist, ist die Gassensorbaugruppe 4 stromabwärts eines Dreiwegekatalysators 53 an der Abgasleitung 50 angebracht. Stromaufwärts des Dreiwegekatalysators 53 ist ein Luft-Brennstoff-Verhältnissensor 52 (A/F Sensor, air-fuel-ratio Sensor) an der Abgasleitung 50 angebracht. Das Abgas von einer Maschine 51 strömt durch die Abgasleitung 50 ab. Eine Magerverbrennungssteuerung der Maschine 51 und eine Erfassung einer Beeinträchtigung des Dreiwegekatalysators 53 werden auf der Basis von Signalen von der Gassensorbaugruppe 4 und dem A/F Sensor 52 ausgeführt.

Die NOx-Konzentration in der Gasmischung wird durch den Festelektrolyt-Gassensor 1 auf die nachfolgend beschriebene Weise erfaßt. Die von der Maschine 51 abgegebene Gasmischung 8 fließt durch den Dreiwegekatalysator 53 und erreicht den Gassensor 1 in der Abgasleitung 50. Die Gasmischung 8 erreicht die Gasmischungskammer 100 durch die Einlaßbohrung 121, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Das Sauerstoffgas 89 in der Kammer 100 wird durch die Sauerstoffpumpzellen 21 und 31 abgepumpt. Eine konstante Spannung (beispielsweise 0,8 V) wird an beide Pumpzellen 21 und 31 angelegt und dadurch wird die Sauerstoffkonzentration der Gasmischung in der Kammer 100 auf eine Höhe oder einen Pegel von im wesentlichen Null reduziert (beispielsweise weniger als 0,01 ppm). Die im wesentlichen keinen Sauerstoff enthaltende Gasmischung diffundiert in

die Kammer 100 und erreicht die Nähe der Sensorelektroden 38 und 338. Der Sauerstoff des in der Gasmischung enthaltenen NOx-Gases wird durch Berühren der Sensorelektroden 38 und 338 zu Sauerstoffionen reduziert. Weil eine konstante Spannung (beispielsweise 0,5 V) sowohl auf die erste als auch die zweite Sensorzelle 3 und 51 aufgebracht ist, fließt ein der Sauerstoffionenkonzentration, die proportional zu der NOx-Konzentration ist, entsprechender Marginalionenstrom durch die erste und die zweite Elektrolytschicht 12 und 13 und wird durch das Amperemeter A0 erfaßt.

Bei dem oben beschriebenen Vorgang ist es wichtig, die Sauerstoffkonzentration in der Gasmischung durch die Pumpzellen 21 und 31 auf eine Höhe von im wesentlichen Null zu reduzieren, bevor die NOx-Konzentration durch die Sensorzellen 3 und 51 gemessen wird. Wenn lediglich eine Pumpzelle 90 der Gasmischung in der Kammer 100 gegenüberliegend vorgesehen ist, wie in Fig. 6A gezeigt ist, wird lediglich die Gasmischung in einer Nähe der Elektrode 218 ionisiert und durch die erste Elektrolytschicht 12 abgepumpt und der von der Elektrode 218 entfernte oder beabstandete Sauerstoff wird weder ionisiert noch abgeführt. Folglich wird die Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100 nicht gleichmäßig reduziert und sie zeigt eine größere Höhe in einer Nähe der zweiten Elektrolytschicht 13, wie durch einen Graph auf der linken Seite von Fig. 6A gezeigt ist. Wenn zwei Pumpzellen 21 und 31 der Kammer 100 gegenüberliegend angeordnet sind, wie in dem in Fig. 6B gezeigten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wird der Sauerstoff in der Gasmischung an einem unteren Teil der Kammer 100 durch Betrieb der zweiten Pumpzelle 31 ebenfalls abgepumpt. Folglich wird der Sauerstoff in der Gasmischung nahezu vollständig abgepumpt. Zudem wird die Menge des aus der Kammer 100 abgepumpten Sauerstoffs groß und entsprechend kann eine größere Menge der Gasmischung in die Kammer 100 zugeführt werden. Dies trägt wesentlich zur Verbesserung der Sensorempfindlichkeit hinsichtlich des zu messenden Gasbestandteiles (NOx-Gas im vorliegenden Ausführungsbeispiel) bei.

Es könnte möglich sein, den Flächeninhalt der Oberfläche einer einzelnen Pumpzelle 91 zu vergrößern, um die Menge des aus der Kammer 100 abgepumpten Sauerstoffgases zu erhöhen, wie in Fig. 7 gezeigt ist. In diesem Fall wird jedoch eine Diffusionslänge L (ein Abstand von der Gasmischungseinlaßbohrung 121 zu der Sensorelektrode 338) groß, weil eine Längserstreckung oder Länge der Pumpzellenelektrode 218 ebenfalls lang wird, wenn der Flächeninhalt der Oberfläche der Elektrode vergrößert wird. Je länger die Diffusionslänge L wird, um so geringer wird die Menge des die Sensorzelle erreichenden zu messenden Gases. Entsprechend wird die Empfindlichkeit des Gassensors gering. Wenn zwei Pumpzellen 21 und 31 wie bei dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angeordnet werden, kann ein ausreichend großer Flächeninhalt der Pumpzellenelektrode geschaffen werden, ohne die Diffusionslänge L länger zu machen, wie in Fig. 7B gezeigt ist. Weil ferner zwei Sensorzellen 3 und 51 einander gegenüberliegend in der Kammer 100 gemäß der vorliegenden Erfindung, wie in Fig. 2 gezeigt ist, angeordnet sind, kann die NOx-Konzentration durch Zusammenarbeit der zwei Sensorzellen erfaßt werden. Folglich ist die Sensorempfindlichkeit verbessert.

Weil in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Pumpzellen 21 und 31 elektrisch miteinander parallel geschaltet sind, kann die elektrische Verbindung einfach sein und beide Zellen können gleichzeitig gesteuert werden. Weil beide Sensorzellen 3 und 51 ebenfalls parallel geschaltet sind, ist deren Verbindung einfach und die Summe des durch



beide Sensorzellen fließenden Ionenstroms kann leicht abgegriffen werden. Weil die Sensorzellen 3 und 51 auf der stromabwärtigen Seite der Diffusion der Mischung angeordnet sind, kann die NO_x-Konzentration gemessen werden, nachdem der in der Gasmischung enthaltene Sauerstoff durch die zwei Pumpzellen 21 und 31, die auf der stromaufwärtigen Seite der Diffusion der Mischung angeordnet sind, ausreichend abgepumpt wurde. Weil der Heizer unterhalb der Elektrolytschichten angeordnet ist, können die Pumpzellen und die Sensorzellen schnell auf eine Temperatur aufgeheizt werden, bei der sie aktiv werden. Folglich wird die NO_x-Konzentration kurz nach dem die Maschine gestartet wurde erfaßt und entsprechend können die Maschinensteuerung und die Verschlechterungserfassung des Dreiwegekatalysators mit schnellem Ansprechen ausgeführt werden.

Die Gasmischungseinlaßbohrung 121 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch ein nadelfeines Loch gebildet, und die Sauerstoffauslaßbohrung ist von einem kleinen Loch gebildet. Diese Einlaß- und Auslaßbohrungen können aus Löchern bestehen, die mit einem porösen Material darin gefüllt sind.

Die relative Position der ersten Pumpzelle 21 und der zweiten Pumpzelle 31 kann, wie in Fig. 8 gezeigt ist, modifiziert werden. Gemäß Fig. 8 ist die zweite Pumpzelle 31, welche in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 unmittelbar unter der ersten Pumpzelle 21 angeordnet ist, zur rechten Seite der ersten Pumpzelle 21 verschoben. Bei diesem Aufbau wird der Sauerstoff in der Gasmischung in der Nähe der Elektrode 218 durch die erste Pumpzelle 21 abgepumpt und der Sauerstoff in der Nähe der Elektrode 318 wird von der zweiten Pumpzelle 31 abgepumpt. Die Sauerstoffkonzentrationskurven unter der ersten Pumpzelle 21 und über der zweiten Pumpzelle 31 verlaufen wie durch den linksseitigen Graph beziehungsweise den rechtsseitigen Graph in Fig. 8 gezeigt ist. Der Sauerstoff in der Gasmischungskammer 100 kann auch bei diesem Aufbau insgesamt im wesentlichen auf eine Höhe von Null (beispielsweise unter 0,01 ppm) abgepumpt werden.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

Nun wird ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 9 bis 11 beschrieben. Der Gassensor 5, als das zweite in Fig. 9 gezeigte Ausführungsbeispiel, hat einen ähnlichen Aufbau wie das erste Ausführungsbeispiel. Im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel ist eine Sauerstoffsensorzelle 22 zwischen den Pumpzellen (21, 31) und der Sensorzelle hinzugefügt und es wird lediglich eine Sensorzelle 3 in dem zweiten Ausführungsbeispiel verwendet. Teile oder Komponenten, die mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet sind, führen die gleichen Funktionen aus, wie die des ersten Ausführungsbeispiels. Folglich werden diesbezügliche Erläuterungen hier nicht wiederholt, sondern die Erläuterungen hier richten sich auf die Unterschiede.

Die Sauerstoffsensorzelle 22 hat ein Paar von Elektroden 228 und 229 die an beiden Flächen der ersten Elektrolytschicht 12 angeordnet sind. Die Elektrode 228 liegt der Gasmischung in der Gasmischungskammer 100 gegenüber und ist aus einer Platin- und Goldlegierung (Pt-Au) gemacht, die 1 Gewichtsprozent Gold enthält und die hinsichtlich der Reduktion des Sauerstoffs des NO_x in Ionen inaktiv ist, und die an der äußeren Oberfläche 129 der ersten Elektrolytschicht 12 angeordnete andere Elektrode 229 ist aus Platin (Pt) gemacht. Eine konstante Spannung (beispielsweise 0,8 V) wird zwischen beiden Elektroden 228 und 229 mittels einer Spannungsquelle 226 angelegt. Der zur Sauerstoffgaskonzentration in der Kammer 100 proportionale Ionenstrom

wird durch ein Amperemeter A1 gemessen und über ein Steuergerät 216 in den Schaltkreis 215 zurückgeführt, um die Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100 auf einer konstanten Höhe zu halten. Das Steuergerät 216 hat eine Spannungsquelle zum Aufbringen einer Spannung auf das Paar von Pumpzellen 21 und 31, die miteinander parallel geschaltet sind, und hat einen veränderlichen Widerstand zum Regeln der Spannung entsprechend dem von der Sauerstoffsensorzelle 22 zurückgeführten Ionenstrom. Der Flächeninhalt der Elektroden 228 und 229 beträgt etwa 12 mm² bei diesem speziellen Ausführungsbeispiel.

Der Gassensor 5, als das zweite Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, arbeitet auf die folgende Weise. Die Gasmischung in der Abgasleitung wird durch die Einlaßbohrung 121 in die Mischungskammer 100 zugeführt. Das in der Gasmischung enthaltene Sauerstoffgas 89 wird durch die Sauerstoffpumpzellen 21 und 31 auf die gleiche Weise wie in dem ersten Ausführungsbeispiel abgepumpt. Die Sauerstoffgaskonzentration in der Kammer 100 wird durch die Sauerstoffsensorzelle 22, die ebenfalls als eine Pumpzelle arbeitet, angezeigt oder überwacht. Der durch die erste Elektrolytschicht 12 fließende Ionenstrom repräsentiert die Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100.

Fig. 10 zeigt eine Beziehung zwischen der auf die Sauerstoffsensorzelle 22 aufgetragenen Spannung und einem dadurch fließenden Marginalionenstrom. Der Marginalionenstrom bedeutet Höhen oder Pegel des Ionenstroms, welche unabhängig von der aufgetragenen Spannung flach oder eben sind. Je größer der Marginalstrom wird, um so höher ist die Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100. In dem Graph von Fig. 10 entspricht der Marginalstrom I0 einer Zielhöhe oder einem Vorgabewert der Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100 und die Marginalströme I2 und I1 entsprechen einer höheren beziehungsweise niedrigeren Sauerstoffkonzentration. Wenn die Sauerstoffsensorzelle 22 erfaßt, daß der Marginalstrom I2 ist, wird die an die Pumpzellen 21 und 31 angelegte Spannung erhöht, so daß mehr Sauerstoff aus der Kammer 100 abgepumpt wird. Wenn der Marginalstrom I1 wird, wird die an den Pumpzellen 21 und 31 angelegte Spannung vermindert, so daß das Abpumpen des Sauerstoffs unterdrückt wird.

Indem das Abpumpen des Sauerstoffs auf die oben beschriebene Weise gesteuert wird, ergibt sich die Sauerstoffkonzentration um die Pumpzellenelektroden 218 und 318 in der Kammer 100 wie in einem oberen Graph in Fig. 11 gezeigt ist. Die Sauerstoffkonzentration fluktuiert innerhalb eines Bereichs von W1, der ausreichend klein ist, um die Höhe konstant zu halten, und ihre durchschnittliche Höhe ist Y1. Weil das Sauerstoffgas ferner durch die Sauerstoffsensorzelle 22 bei diesem Ausführungsbeispiel abgepumpt wird, erreicht die Sauerstoffkonzentration um die Elektroden 228 und 229 der Sensorzelle 22 eine Höhe, wie sie in einem unteren Graph in Fig. 11 gezeigt ist. Sie fluktuiert innerhalb eines kleineren Bereichs W2 und ihre durchschnittliche Höhe wird Y2, die niedriger ist, als die Höhe Y1. Die eine sehr geringe Menge oder Höhe an Sauerstoff enthaltende Gasmischung erreicht die Elektrode 38 der Sensorzelle 3, wo der Sauerstoff des NO_x zu Sauerstoffionen reduziert wird. Das mit der Sensorzelle 3 verbundene Amperemeter A0 erfaßt den zu der NO_x-Konzentration in der Gasmischung proportionalen Ionenstrom auf die gleiche Weise, wie in dem ersten Ausführungsbeispiel. Weil die Sauerstoffkonzentration in der Gasmischung im wesentlichen auf einer konstanten Höhe gehalten wird, wird die NO_x-Konzentration in der Gasmischung durch das Amperemeter A0 akkurat gemessen, ohne durch das Sauerstoffgas in der Gasmischung gestört zu werden.

Obwohl der Marginalionenstrom, der durch die Sauer-



stoffsensorenzelle 22 erfaßt wird, an die eine konstante Spannung angelegt ist, zur Steuerung der Pumpzellen in dem obigen Ausführungsbeispiel verwendet wird, kann eine Spannung zwischen den Elektroden 38 und 39 der Sauerstoffsensorenzelle 22 für diesen Zweck verwendet werden.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

Ein Gassensor 6 als ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf Fig. 12 bis 15 beschrieben. Teile oder Komponenten, die durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, wie in dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel, führen die gleichen Funktionen wie in diesen Ausführungsbeispielen aus und haben den gleichen Aufbau. Folglich werden genaue Beschreibungen davon hier nicht wiederholt, sondern Unterschiede des dritten Ausführungsbeispiels gegenüber den vorhergehenden Ausführungsbeispielen werden beleuchtet.

In dem dritten Ausführungsbeispiel sind die erste Pumpzelle 21 und die erste Sensorzelle 3 in einer Richtung längs der Breite des Gassensors 6 nebeneinander auf der ersten Festelektrolytschicht 12 angeordnet (im Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen, in denen sie in einer Längsrichtung des Gassensors 1 nebeneinander angeordnet sind).

Auf die gleiche Weise sind die zweite Pumpzelle 31 und die zweite Sensorzelle 51 in einer Richtung längs der Breite des Gassensors 6 nebeneinander auf der zweiten Festelektrolytschicht 13 angeordnet. Das Paar von Pumpzellen 21 und 31 und das Paar von Sensorzellen 3 und 51 bilden eine Einheit 30 und drei der Einheiten 30 sind in Serie in der Längsrichtung des Sensors 6 angeordnet, wie in Fig. 12 am besten zu sehen ist. Die Einlaßbohrung zum Zuführen der Gasmischung in die Kammer 100 ist durch die erste Pumpzellenelektrode 219 und den ersten Elektrolyten 12 jeder Einheit 30 ausgebildet, wie in Fig. 12, 13 und 14 gezeigt ist. Wie in Fig. 14 gezeigt ist, ist die in der Abstandsschicht 125 ausgebildete Gasmischungskammer 100 durch Trennwände 127 in drei Kammern unterteilt, welche jeweils einer Einheit 30 gegenüberliegen. Der in der Abstandsschicht 135 ausgebildete Luftdurchlaß 150 hat drei Abschnitte, die teilweise durch schmale Wände 137 abgeteilt sind und miteinander verbunden sind. Jeder Flächeninhalt der Flächen der Pumpzellenelektroden 218, 219, 318 und 319 beträgt etwa 40 mm² (bei insgesamt drei Einheiten 30) und jeder Flächeninhalt der Sensorelektroden 38, 39, 338 und 339 beträgt etwa 30 mm² (bei insgesamt drei Einheiten 30). Die Gasmischungseinlaßbohrungen 121 sind feine Löcher (nadelfeine Löcher) mit einem Durchmesser von 0,2 mm und sind an den von den Sensorzellenelektroden entferntesten Kanten der Pumpzellenelektroden ausgebildet, wie am besten in Fig. 12 zu sehen ist. Andere Strukturen sind die gleichen oder im wesentlichen die gleichen wie die des ersten Ausführungsbeispiels und der Gassensor 6 wird mit dem gleichen Verfahren hergestellt, wie das erste Ausführungsbeispiel.

Der Gassensor 6 gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel funktioniert auf die folgende Weise. Der Gassensor 6 ist, wie in Fig. 5 gezeigt ist, an der Abgasleitung 50 angebracht und die Gasmischung (Abgas) wird in die Mischungskammer 100 durch die Einlaßbohrungen 121 zugeführt und diffundiert in die Kammer 100. Das in der Gasmischung enthaltene Sauerstoffgas 89 wird mittels des Paares Sauerstoffpumpzellen 21 und 31 abgepumpt, an die eine konstante Spannung (beispielsweise 0,8 V) angelegt ist. Die Sauerstoffkonzentration in der Gasmischung wird im wesentlichen auf die Höhe 0 (beispielsweise weniger als 0,01 ppm) durch den Pumpbetrieb der Pumpzellen redu-

ziert. Die im wesentlichen kein Sauerstoffgas enthaltende Gasmischung diffundiert in die Kammer 100 und berührt die Sensorelektroden 38 und 338. Der Sauerstoff des NO_x in der Gasmischung wird zu Sauerstoffionen 87 reduziert, die von der Kammer 100 durch das Paar von Sensorzellen 3 und 51, an welche eine konstante Spannung (beispielsweise 0,5 V) angelegt ist, abgeführt. Der zu der NO_x-Konzentration proportionale Ionenstrom (der Marginalstrom) wird durch ein mit dem Paar von Sensorzellen 3 und 51 verbundenes Amperemeter A0 gemessen.

Der Diffusionsdurchlaß in der Kammer 100 von den Pumpzellen 21 und 31 zu den Sensorzellen 3 und 51 ist in diesem Ausführungsbeispiel kurz, weil die Pump- und Sensorzellen in einer Richtung längs der Breite der Elektrolytschichten 12 und 13 nebeneinander angeordnet sind, und die Länge in Längsrichtung sowohl der Pump- als auch der Sensorzellen kann länger gemacht werden. Zudem kann, weil drei Einheiten 30, die jeweils die Pump- und Sensorzellen haben, in Serie oder hintereinander in der Längsrichtung des Gassensors angeordnet sind und weil die Gasmischung in die Kammer 100 durch die drei Einlaßbohrungen 121 zugeführt wird, von denen jede an der entsprechenden Einheit 30 vorgesehen ist, eine durch jede Einlaßbohrung 121 zugeführte Menge an Gasmischung klein gemacht werden. Entsprechend wird der in der Gasmischung enthaltene Sauerstoff ausreichend von jedem Paar von Pumpzellen 21 und 31 abgepumpt. Dies resultiert in einer höheren Empfindlichkeit des Gassensors 6.

Fig. 15 zeigt eine Beziehung zwischen einer Querschnittsfläche und einem Ausgang des Gassensors. Wenn die Querschnittsfläche der Pumpzellenelektrode sehr groß wäre und der Diffusionsabstand von der Pumpzelle zu der Sensorzelle nicht berücksichtigt würde, würde der Ausgang des Sensors proportional zur Querschnittsfläche der Einlaßbohrung zunehmen, wie in einer Linie "a" in Fig. 15 gezeigt ist. Andererseits würde der Ausgang des Gassensors proportional zu dem Diffusionsabstand oder -weg abnehmen, wie in einer Kurve "b" in Fig. 15 gezeigt ist, wenn die Menge zugeführter Gasmischung konstant wäre. Weil jedoch die Größe der Pumpzellenelektrode eine gewisse Grenze hat und die Menge der Gasmischung entsprechend einer Zunahme der Querschnittsfläche der Einlaßbohrung zunimmt, ergibt sich der Ausgang des Gassensors 6, wie mit einer Kurve "c" in Fig. 15 gezeigt ist. Dies bedeutet, daß es eine optimale Größe der Querschnittsfläche der Einlaßbohrung gibt, um einen maximalen Ausgang von dem Gassensor 6 zu erhalten. Ein Punkt "d" zeigt den Maximalausgang. Folglich ist es vorteilhaft, die Größe der Einlaßbohrung 121 bei einer der dem Punkt "d" entsprechenden Größe zu wählen. Weil die erste Sensorzelle 3 und die zweite Sensorzelle 51 jeder Einheit 30 parallel geschaltet sind, wird der zu der NO_x-Konzentration in der Gasmischung proportionale Ionenstrom als eine Summe von zwei Sensorzellen erfaßt und der Gassensor 6 hat entsprechend eine hohe Empfindlichkeit. Zudem zeigt der Gassensor 6 eine hohe Empfindlichkeit sogar für eine kleine Änderung der NO_x-Konzentration, weil der Ionenstrom als ein Marginalstrom wie oben beschrieben erfaßt wird. Weil die Gasmischungseinlaßbohrungen 121 an einem von der Sensorzelle entfernten Ende ausgebildet sind, kann der in der Gasmischung enthaltene Sauerstoff durch die Pumpzellen während der Diffusion der Gasmischung in der Kammer 100 ausreichend abgepumpt werden. Weil die Gasmischungskammer 100 in drei unabhängige Kammern unterteilt ist, von denen jede jeweils einer Einheit 30 entspricht, wie in Fig. 14 gezeigt ist, diffundiert eine im wesentlichen gleiche Menge der Gasmischung zu jedem Paar Sensorzellen 3 und 51. Dies trägt zum Erhalt eines stabilen Ausgangs von dem Gassensor 6 bei. Weil das Abpumpen



des in der Gasmischung enthaltenen Sauerstoffgases mittels des Paares Sauerstoffpumpzellen 21 und 31 ausgeführt wird, kann die Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100 auf eine Höhe von im wesentlichen 0 abgesenkt werden. Entsprechend kann die NO_x-Konzentration in der Gasmischung mit einer hohen Genauigkeit und einer hohen Empfindlichkeit erfaßt werden, ohne durch das in der Gasmischung enthaltene Sauerstoffgas gestört zu werden.

Der zuvor als das dritte Ausführungsbeispiel beschriebene Gassensor 6 kann zu einer in Fig. 16 gezeigten Form modifiziert werden, in der der modifizierte Gassensor als ein Gassensor 19 gezeigt ist. Bei dieser Modifikation sind alle Pumpzellenelektroden und Sensorzellenelektroden, die im dritten Ausführungsbeispiel aus drei Teilen bestehen, zu einzelnen rechteckigen Elektroden zusammengefaßt, wie in Fig. 16 gezeigt ist. Weil die Form der Elektroden bei dieser Modifikation vereinfacht ist, kann der Gassensor 19 mit einfacheren Verfahren hergestellt werden.

Es ist zudem möglich, den Aufbau des Gassensors 6 in eine in Fig. 17 und 18 gezeigte Form zu modifizieren, wobei der modifizierte Gassensor als ein Gassensor 18 gezeigt ist. In dieser Modifikation ist die erste Sensorzelle 3 in einem in der ersten Pumpzelle 21 ausgebildeten Raum angeordnet und die zweite Sensorzelle 51 ist in einem in der zweiten Pumpzelle 31 ausgebildeten Raum angeordnet. Mit anderen Worten, die Sensorelektrode ist zwischen den Pumpelektroden angeordnet, so daß der Gasdiffusionsabstand oder -weg von einem Pumpzellenbereich zu einem Sensorzellenbereich in der Kammer 100 kürzer wird. Die Gasmischung wird durch 6 Einlaßbohrungen 121, die durch erste Pumpzellenelektroden (218, 219) und die erste Elektrolytschicht 12 ausgebildet sind, in die Kammer 100 zugeführt. Andere Strukturen und Funktionen dieser Modifikation sind die gleichen, wie die des dritten Ausführungsbeispiels. Weil der Diffusionsabstand oder -weg in dieser Modifikation kurz ist, kann eine größere Menge an Gasmischung zu den Sensorzellen diffundieren, was wiederum die Empfindlichkeit des Gassensors 18 erhöht. Obwohl die Sensorzellen in dieser Modifikation zwischen den Pumpzellen angeordnet sind, können die Pumpzellen zwischen den Sensorzellen angeordnet sein. Der gleiche Effekt wird auch mit diesem Aufbau erreicht.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

Unter Bezugnahme auf Fig. 19 und 20 wird ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Der Gassensor 5 dieses Ausführungsbeispiels besteht aus einer Sauerstoffpumpzelle, einer Sauerstoffsensorzelle 22 und einer Sensorzelle 3. Im Gegensatz zu den oben beschriebenen vorhergehenden Ausführungsbeispielen, verwendet dieses Ausführungsbeispiel lediglich eine Sauerstoffpumpzelle 21. Teile oder Komponenten dieses Ausführungsbeispiels, die durch die gleichen Bezugszeichen wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen bezeichnet sind, haben den gleichen oder ähnlichen Aufbau und führen die gleiche oder ähnliche Funktion aus. Folglich wird eine genaue Beschreibung für solche Teile oder Komponenten nicht wiederholt, sondern für dieses Ausführungsbeispiel besondere Strukturen und Merkmale werden nachfolgend beschrieben.

Wie in Fig. 20 gezeigt ist, besteht die Sauerstoffpumpzelle 21 aus einer sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht 12 und einem Paar von Elektroden 218 und 219, die an beiden Oberflächen (einer oberen Oberfläche 129 und einer unteren Oberfläche) der Elektrolytschicht 12 angeordnet sind. Unterhalb der Pumpzelle 21 ist eine Abstandsschicht 125 mit einer darin ausgebildeten Gasmischungskammer

100 angeordnet. Eine Heizerschicht 141 mit einem darauf gedruckten Heizfilm 140 und einer den Heizfilm 140 abdeckenden Deckschicht 142 sind unterhalb der Abstandsschicht 125 angeordnet. Unterhalb der Heizerschicht 141 ist eine Abstandsschicht 155 mit einer darin ausgebildeten Sensorkammer 110 vorgesehen. Eine Sauerstoffsensorzelle 22, die aus einer sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht 15 und einem Paar von Elektroden 228 und 229 besteht, die an beiden Oberflächen (einer oberen Oberfläche und einer unteren Oberfläche 159) der Elektrolytschicht 15 angeordnet sind, ist unterhalb der Abstandsschicht 155 angeordnet. Dann folgt eine Abstandsschicht 135 mit einer Erfassungskammer 130 und einer Luftkammer 160, die beide in der Abstandsschicht 135 ausgebildet sind. Unterhalb der Abstandsschicht 135 befindet sich eine Sensorzelle 3, die aus einer sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht 13 und einem Paar von Elektroden 38 und 39 besteht, die an beiden Oberflächen (eine obere Oberfläche und eine untere Oberfläche 139) der Elektrolytschicht 13 angeordnet sind. Alle diese Schichten sind in der oben beschriebenen Reihenfolge aufeinander laminiert.

Die Gasmischungskammer 100 ist mit der Einlaßbohrung 121 verbunden, durch die die Gasmischung zugeführt wird. Die Gasmischungskammer 100 ist zudem über Durchlässe 152 mit der Sensorkammer 110 verbunden. Die Sensorkammer 110 ist durch einen Durchlaß 135 mit der Erfassungskammer 130 verbunden. Außenluft wird der Luftkammer 160 zugeführt. Die Durchlässe 152 und 132 sind so ausgebildet, daß sie nicht unmittelbar mit der Einlaßbohrung 121 verbunden sind, so daß der in der in die Kammer 100 zugeführten Gasmischung enthaltene Sauerstoff hinreichend durch die Sauerstoffpumpzelle 21 abgepumpt wird, bevor die Gasmischung in der Kammer 100 in die Sensorkammer 110 und die Erfassungskammer 130 diffundiert. Eine der Pumpzellenelektroden 218 ist der Gasmischung in der Kammer 100 ausgesetzt und eine der Sensorzellenelektroden 38 ist der Gasmischung in der Erfassungskammer 130 ausgesetzt. Eine Elektrode 228 der Sauerstoffsensorzelle 22 ist der Gasmischung in der Sensorkammer 110 ausgesetzt und die andere Elektrode 229 ist der Luft in der Luftkammer 160 ausgesetzt.

Ein Voltmeter V1 ist zwischen die Sauerstoffsensorzellenelektroden 228 und 229 durch einen Schaltkreis 225 angeschlossen, um die Spannung zwischen beiden Elektroden zu messen. Ein Steuergerät 216 ist zwischen die Pumpzellenelektroden 218 und 219 über einen Schaltkreis 215 geschaltet, um eine der Pumpzelle 21 zuzuführende Spannung entsprechend der durch die Sauerstoffsensorzelle 22 gemessenen Spannung VI, die durch einen Rückkopplungsschaltkreis 25 zu dem Steuergerät 216 zurückgeführt wird, zu steuern. Eine konstante Spannung (beispielsweise 0,5 V) wird über einen Schaltkreis 35 durch eine Spannungsquelle 36 an die Sensorzelle 3 angelegt. Ein Amperemeter A0 ist in dem Schaltkreis 35 angeordnet, um den durch die Sensorzelle 3 fließenden Ionenstrom zu messen.

Die der Gasmischung in der Kammer 100 ausgesetzte Pumpzellenelektrode 218 und die der Gasmischung in der Sensorkammer 110 ausgesetzte Sauerstoffsensorzellenelektrode 228 sind aus einem Material, wie einer Platingoldlegierung (Pt-Au) mit 1 Gewichtsprozent Gold gemacht, die hinsichtlich einer Reduktion des Sauerstoffs des NO_x zu Sauerstoffionen inaktiv ist. Alle anderen Elektroden 38, 39, 219 und 229 sind aus Platin (Pt) gemacht. Der Flächeninhalt der Pumpzellenelektroden 218 und 219 beträgt etwa 70 mm², der der Sensorzellenelektroden 38 und 39 etwa 40 mm² und der der Sauerstoffsensorzellenelektroden 228 und 229 etwa 30 mm² in diesem Ausführungsbeispiel. Die Dicke jeder Schicht beträgt etwa 0,16 mm und der Diffusi-



onsabstand oder -weg von der Pumpzelle 21 zu der Sensorzelle 3 (eine Gesamtdicke von 6 Schichten 125, 142, 141, 155, 15 und 135) beträgt etwa 0,96 mm.

Die NOx-Konzentration in einer Gasmischung, die ein Abgas von einer Brennkraftmaschine ist, wird durch den Gassensor 5 (das vierte Ausführungsbeispiel) auf die nachfolgende Weise erfaßt. Die Gasmischung 8 wird durch die Einlaßbohrung 121 in die Mischungskammer 100 zugeführt. Das in der Gasmischung enthaltene Sauerstoffgas 89 wird durch den Betrieb der Pumpzelle 21 abgepumpt. Dann diffundiert die Gasmischung durch die Durchlässe 152 in die Sensorkammer 110 und die Sauerstoffkonzentration der Gasmischung in der Sensorkammer wird durch die Sauerstoffsensozelle 22 angezeigt beziehungsweise überwacht. Die von der Sauerstoffsensozelle 22 erfaßt Spannung V1 entspricht der Sauerstoffkonzentrationsdifferenz zwischen der Sensorkammer 110 und der Luftkammer 160. Die Spannung V1 wird durch den Rückführschaltkreis 25 zu dem Steuergerät 216 zurückgeführt. Das Steuergerät 216 steuert die der Pumpzelle 21 zugeführte Spannung, so daß die Sauerstoffkonzentration in der Kammer 100 einen sehr niedrigen und konstanten Wert oder Pegel annimmt. Wenn die Sauerstoffkonzentration in der Sensorkammer 110 höher ist als eine vorbestimmte Ziel- oder Sollhöhe, wird die Spannung V1 niedriger als ein Standardwert und das Steuergerät 216 erhöht die der Pumpzelle 21 zugeführte Spannung im Ansprechen auf die von der Sauerstoffsensozelle 22 zurückgeführte Spannung V1, um die von der Pumpzelle 21 abgepumpte Sauerstoffmenge zu erhöhen. Wenn die Sauerstoffkonzentration in der Sensorkammer 110 niedrig ist, wird die Spannung V1 hoch und die Versorgungsspannung zur Pumpzelle 21 wird durch das Steuergerät 216 abgesenkt, um die aus der Kammer 100 abgepumpte Sauerstoffmenge zu vermindern. Somit wird die Sauerstoffkonzentration auf einer konstanten Höhe und im wesentlichen Null (beispielsweise 0,0001 ppm) gehalten.

Die im wesentlichen keinen Sauerstoff enthaltende Gasmischung diffundiert durch die Durchlässe 152 und 132 in die Erfassungskammer 130. Der Sauerstoff des in der Gasmischung enthaltenen NOx wird durch die Sensorzelle 3 zu Sauerstoffionen reduziert und durch die Elektrolytschicht 13 nach außen abgegeben, wodurch der Ionenstrom erzeugt wird, der proportional zur NOx-Konzentration in der Gasmischung ist. Der Ionenstrom (Marginalstrom) wird durch das Amperemeter A0 gemessen.

Weil die Sensorzelle 22 unmittelbar unter der Pumpzelle 21 angeordnet ist, kann der Diffusionsabstand oder -weg der Gasmischung kurz gemacht werden (0,96 mm in diesem Ausführungsbeispiel, wie zuvor erwähnt). Das in der Gasmischung enthaltene Sauerstoffgas wird nahezu vollständig durch die Pumpzelle 21 abgepumpt und dann diffundiert die Gasmischung der Sensorzelle 3 über den kurzen Diffusionsweg. Folglich wird die NOx-Konzentration in der Gasmischung durch die Sensorzelle 3 mit einer hohen Genauigkeit und einer hohen Empfindlichkeit gemessen. Weil die Pumpzelle 21, die Sauerstoffsensozelle 22 und die Sensorzelle 3 separat und unabhängig voneinander angeordnet sind, kann eine Kreuzkopplung oder Behinderung der Signale dieser Zellen zuverlässig unterdrückt werden.

Obwohl die in der Sauerstoffsensozelle 22 erzeugte Spannung V1 als Signal zur Steuerung der Versorgungsspannung der Pumpzelle 21 in diesem Ausführungsbeispiel genutzt wird, kann ein marginaler Ionenstrom der Sauerstoffsensozelle 22, der durch Anlegen einer konstanten Spannung in die Sauerstoffsensozelle 22 erhalten wird, als das Steuersignal verwendet werden. Während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die vorhergehenden bevorzugten Ausführungsbeispiel gezeigt und beschrieben

wurde, ist es für den Fachmann offensichtlich, daß Veränderungen der Form und Einzelheiten gemacht werden können, ohne den in den nachfolgenden Ansprüchen definierten Bereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Festelektrolyt-Gassensor zur Messung einer Konzentration eines Gasbestandteils einer Gasmischung, mit einer Gasmischungskammer (100); einer Gasmischungseinlaßbohrung (121), durch die die Gasmischung in die Gasmischungskammer zugeführt wird; einer ersten Sauerstoffpumpzelle (21), die aus einer ersten sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht (12) und einem Paar von Elektroden (218, 219) besteht, die an beiden Oberflächen der ersten Elektrolytschicht angeordnet sind, wobei eine (218) der Elektroden der Gasmischung in der Gasmischungskammer ausgesetzt ist; einer zweiten Sauerstoffpumpzelle (31), die aus einer zweiten sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht (13) und einem Paar von Elektroden (318, 319) besteht, die an beiden Oberflächen der zweiten Elektrolytschicht angeordnet sind, wobei eine (318) der Elektroden der Gasmischung in der Gasmischungskammer ausgesetzt ist, und wobei die erste und die zweite Elektrolytschicht aufeinander laminiert sind, so daß die Gasmischungskammer dazwischen ausgebildet ist und beide Sensorzellen elektrisch voneinander isoliert sind; und mindestens einer Sensorzelle (3) mit einem Paar von Elektroden (38, 39), die an beiden Oberflächen von einer der Elektrolytschichten angeordnet sind, wobei eine (38) der Elektroden der Gasmischung in der Gasmischungskammer ausgesetzt ist; wobei in der in die Gasmischungskammer zugeführten Gasmischung enthaltenes Sauerstoffgas durch die erste und die zweite Pumpzelle (21, 31) daraus abgepumpt wird, so daß die Sauerstoffkonzentration im wesentlichen Null wird; und eine Konzentration des Gasbestandteils in der Gasmischung in der Gasmischungskammer durch die Sensorzelle (3) gemessen wird.
2. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 1, wobei der Gassensor eine erste Sensorzelle (3) mit einem Paar von Elektroden (38, 39), die an beiden Oberflächen der ersten Elektrolytschicht (12) angeordnet sind, aufweist, wobei eine (38) der Elektroden der Gasmischung in der Mischungskammer (100) ausgesetzt ist, und eine zweite Sensorzelle (51) mit einem Paar von Elektroden (338, 339), die an beiden Oberflächen der zweiten Elektrolytschicht (13) angeordnet sind, aufweist, wobei eine (338) der Elektroden der Gasmischung in der Gasmischungskammer ausgesetzt ist.
3. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die beiden Elektrolytschichten (12, 13) eine rechteckige Form mit kurzen Seiten und langen Seiten haben.
4. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 3, wobei die Sauerstoffpumpzelle (21, 31) und die Sensorzelle (3, 51) in einer Richtung längs der langen Seite der Elektrolytschicht nebeneinander angeordnet sind, so daß die der Gasmischungskammer zugeführte Gasmischung von der Sauerstoffpumpzelle zu der Sensorzelle diffundiert.
5. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 3, wobei



die Sauerstoffpumpzelle (21, 31) und die Sensorzelle (3, 51) in einer Richtung längs der kurzen Seite der Elektrolytschicht nebeneinander angeordnet sind, so daß die der Gasmischungskammer zugeführte Gasmischung von der Sauerstoffpumpzelle zu der Sensorzelle 5 diffundiert.

6. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 5, wobei die Sauerstoffpumpzelle (21, 31) und die Sensorzelle (3, 51) in einer Richtung längs der langen Seite der Elektrolytschicht (12, 13) länglich sind, und wobei eine 10 Vielzahl von Gasmischungseinlaßbohrungen (121) die erste Sauerstoffpumpzelle durchdringend ausgebildet sind.

7. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 6, wobei die Gasmischungskammer (100) in eine Mehrzahl von 15 Kammern unterteilt ist, welche jeweils mit einer der Gasmischungseinlaßbohrungen (121) übereinstimmen.

8. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 6, wobei die Gasmischungseinlaßbohrungen (121) an von den Sensorzellen (3, 51) entferntesten Orten ausgebildet 20 sind.

9. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 3, wobei die Sensorzellenelektrode (38, 39, 338, 339) derart angeordnet ist, daß die Sensorzellenelektrode von der Sauerstoffpumpzellenelektrode (218, 219, 318, 319) 25 umgeben ist.

10. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 3, wobei die Sauerstoffpumpzellenelektrode (218, 219, 318, 319) derart angeordnet ist, daß die Sauerstoffpumpzellenelektrode von der Sensorzellenelektrode (38, 39, 30 338, 339) umgeben ist.

11. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 1 und 2, ferner mit einer Sauerstoffsensorzelle (22), die zwischen der Sauerstoffpumpzelle und der Sensorzelle angeordnet ist, um eine Sauerstoffkonzentration in der 35 Gasmischung zu erfassen, nachdem der in der Gasmischung enthaltene Sauerstoff durch die Sauerstoffpumpzellen abgepumpt ist, und um ein der erfaßten Sauerstoffkonzentration entsprechendes Signal zu den Sauerstoffpumpzellen zurückzuführen, um die Sauerstoffkonzentration in der Mischungskammer (100) auf 40 einer konstanten Höhe zu halten.

12. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste und die zweite Sauerstoffpumpzelle (21, 31) elektrisch miteinander parallel geschaltet sind. 45

13. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 2, wobei die erste und die zweite Sensorzelle (3, 51) elektrisch miteinander parallel geschaltet sind.

14. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Konzentration des Gasbestandteils in der Gasmischung auf der Basis eines Marginalstroms gemessen wird, der in der Sensorzelle (3, 51) durch Zuführen einer konstanten Spannung zu der Sensorzelle 50 erzeugt ist.

15. Festelektrolyt-Gassensor nach Anspruch 1, wobei der Gasbestandteil, dessen Konzentration durch den Gassensor gemessen wird Stickoxide (NOx) sind. 55

16. Festelektrolyt-Gassensor zur Messung einer Konzentration eines Gasbestandteils in einer Gasmischung, mit einer Gasmischungskammer (100), in welche die Gasmischung zugeführt ist;

einer Sauerstoffpumpzelle (21), die aus einer ersten sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht (12) und einem Paar Elektroden (218, 219) besteht, die an beiden Oberflächen der ersten Elektrolytschicht angeordnet sind, wobei eine (218) der Elektroden der Gasmischung in der Gasmischungskammer ausgesetzt ist, um in der Gasmischung in der Gasmischungskammer ent-

haltenes Sauerstoffgas bis auf eine Höhe von im wesentlichen Null abzupumpen;

einer Sauerstoffsensorzelle (22), die aus einer zweiten sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht (15) und einem Paar von Elektroden (228, 229) besteht, die an beiden Oberflächen der zweiten Elektrolytschicht angeordnet sind, wobei eine (228) der Elektroden der Gasmischung in der Gasmischungskammer ausgesetzt ist, um die Sauerstoffkonzentration in der Gasmischung zu erfassen, nachdem der in der Gasmischung enthaltene Sauerstoff durch die Sauerstoffpumpzelle abgepumpt ist, und um ein der erfaßten Sauerstoffkonzentration entsprechendes Signal zu der Sauerstoffpumpzelle zurückzuführen, um die Sauerstoffkonzentration in der Mischungskammer auf einer konstanten Höhe zu halten; und

einer Sensorzelle (3), die aus einer dritten sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschicht (13) und einem Paar Elektroden (38, 39) besteht, die an beiden Oberflächen der dritten Elektrolytschicht angeordnet sind, wobei eine (38) der Elektroden der von der Gasmischungskammer diffundierenden Gasmischung ausgesetzt ist, um eine Konzentration des Gasbestandteils in der Gasmischung zu messen;

wobei die erste, die zweite und die dritte Elektrolytschicht in dieser Reihenfolge aufeinander laminiert sind; und die Gasmischung in der Gasmischungskammer (100) von der Sauerstoffpumpzelle (21) durch die Sauerstoffsensorzelle (22) zu der Sensorzelle (3) in einer Richtung senkrecht zur Oberfläche der Elektrolytschichten (12, 15, 13) diffundiert.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen



FIG. 1

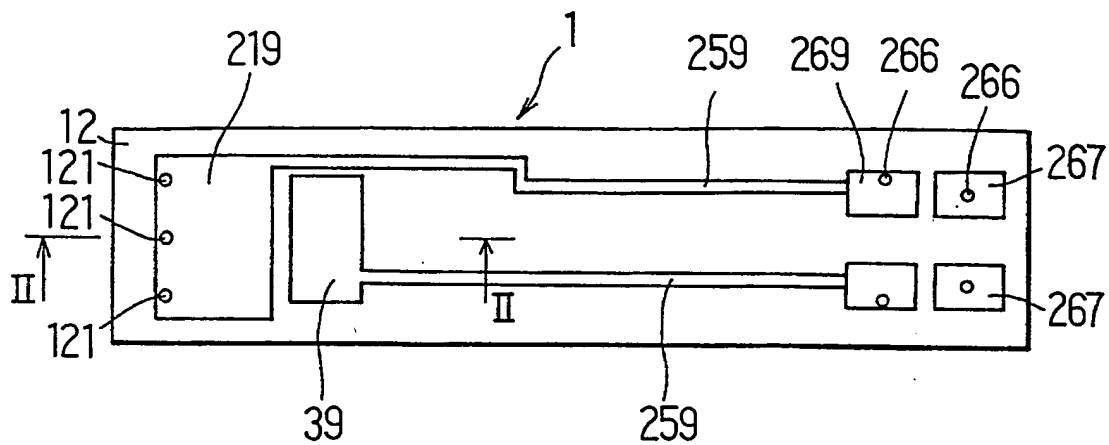


FIG. 2

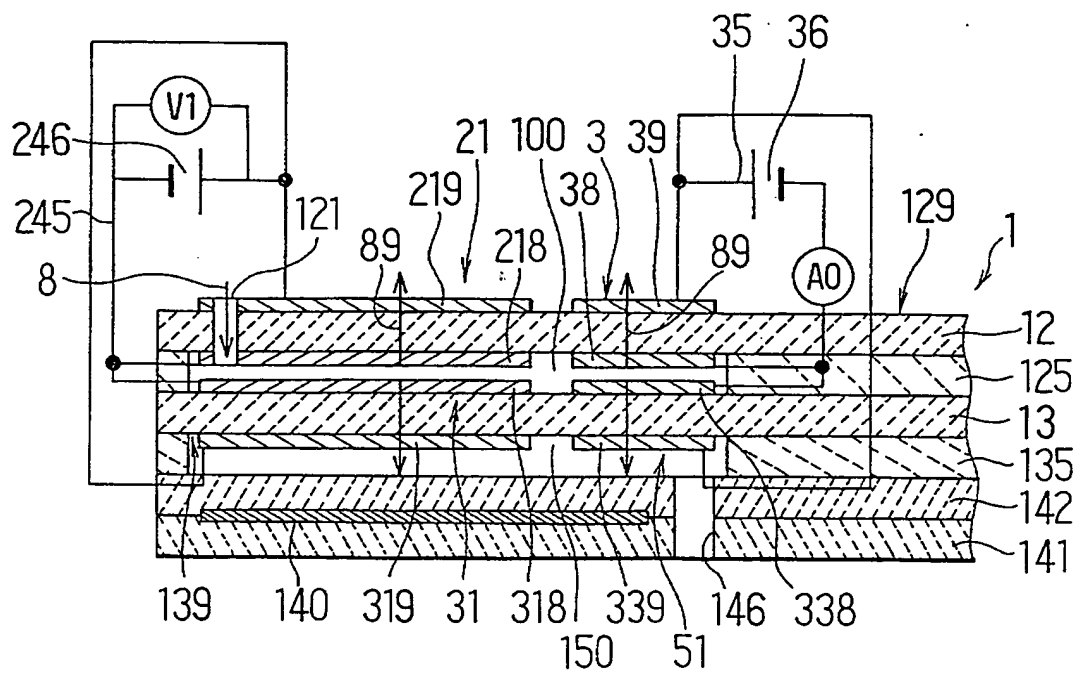


FIG. 3

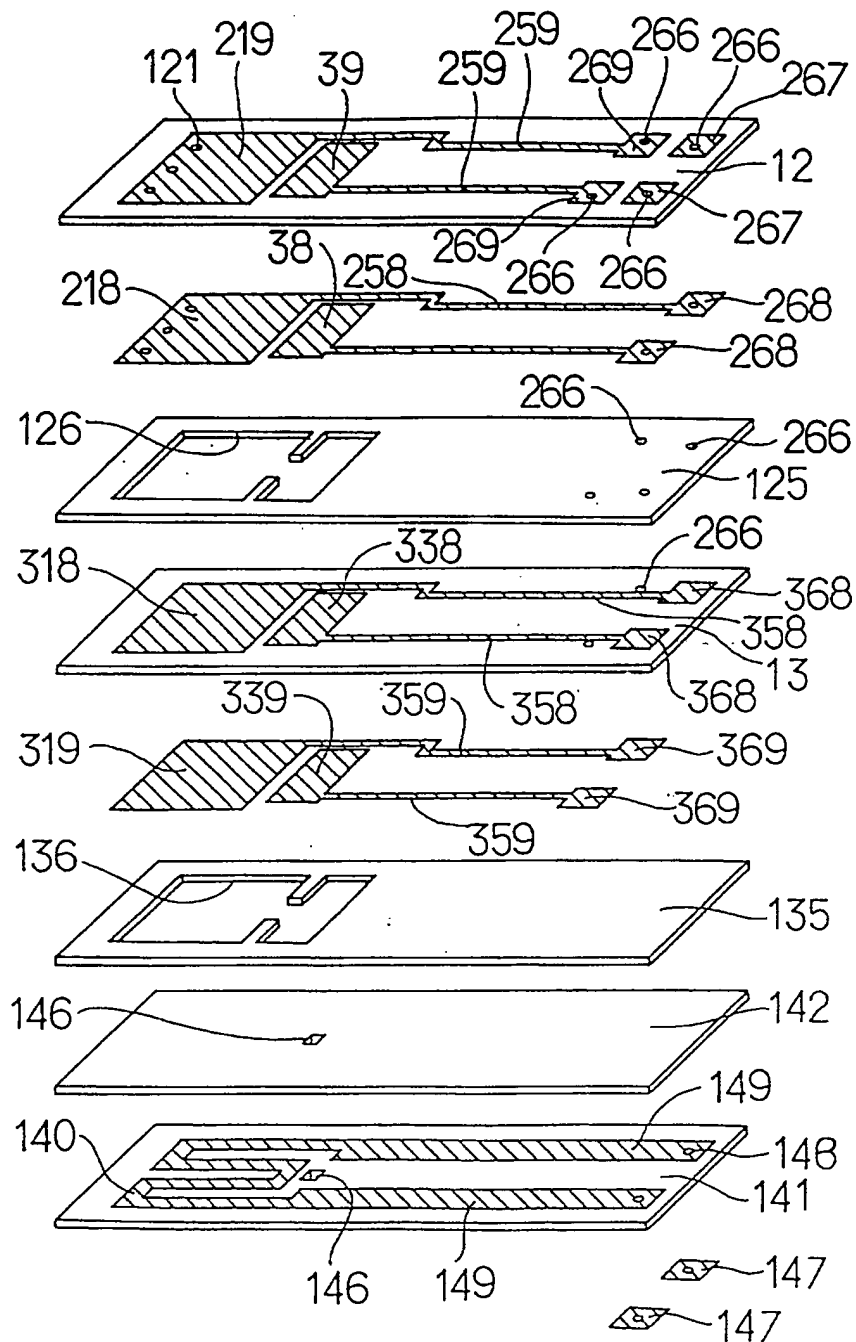


FIG. 4

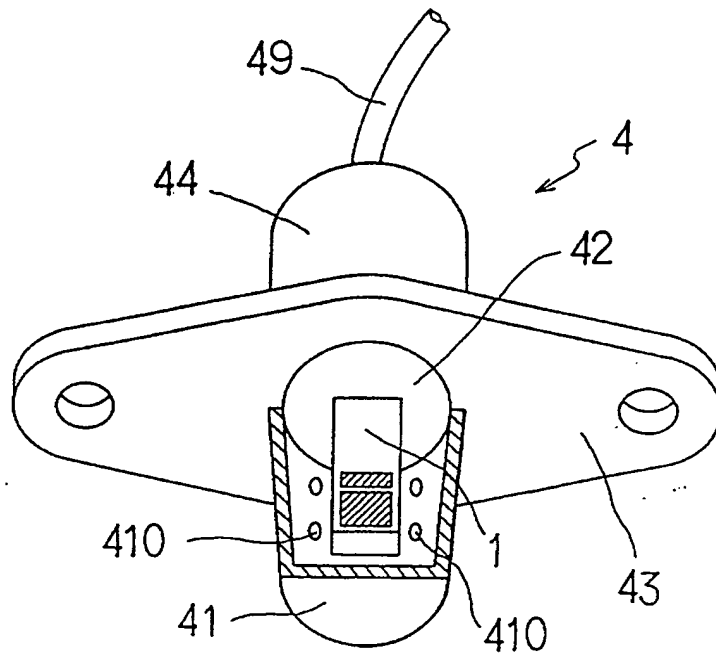


FIG. 5

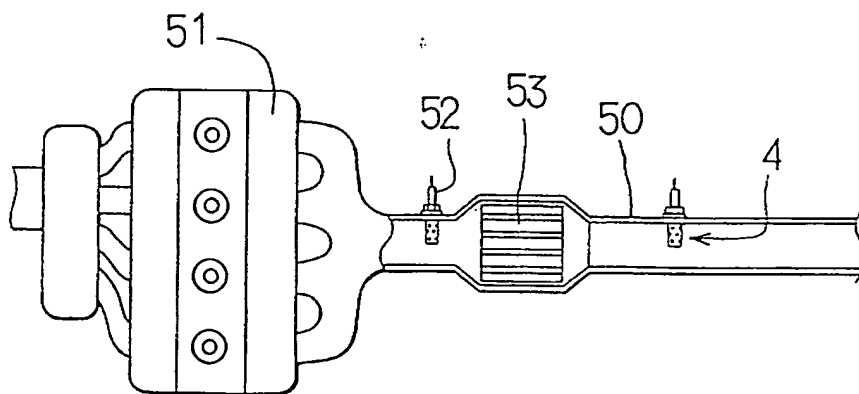


FIG. 6A

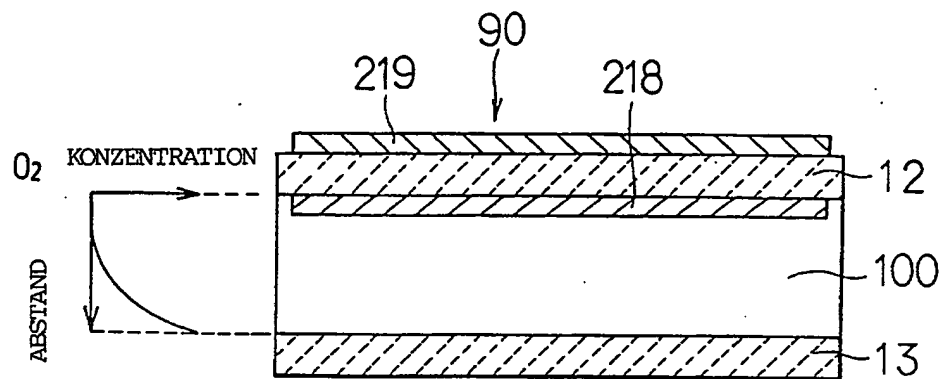


FIG. 6B

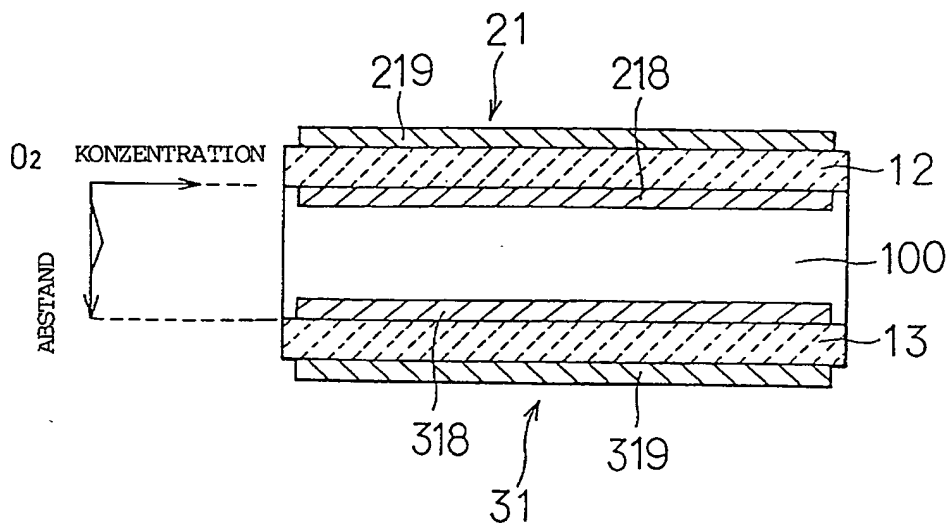


FIG. 7A

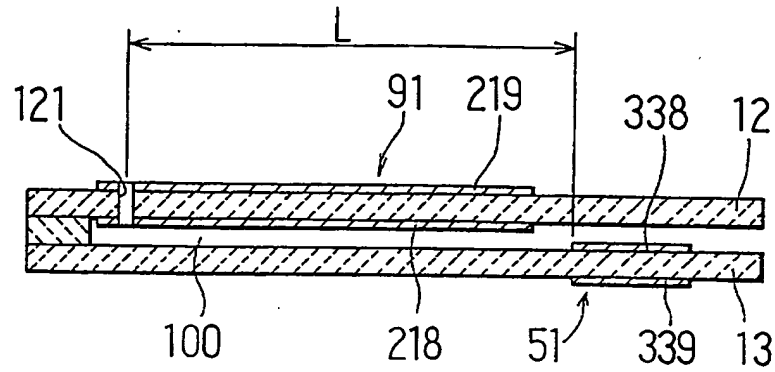


FIG. 7B

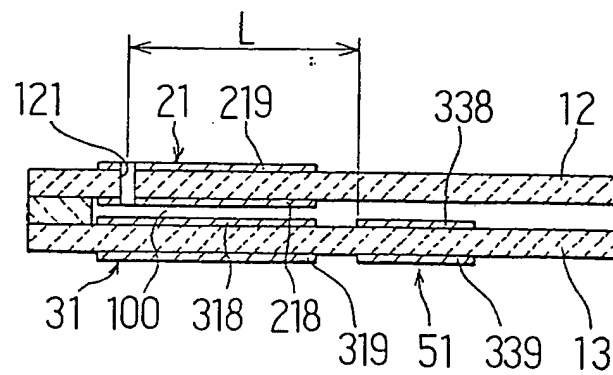


FIG. 8

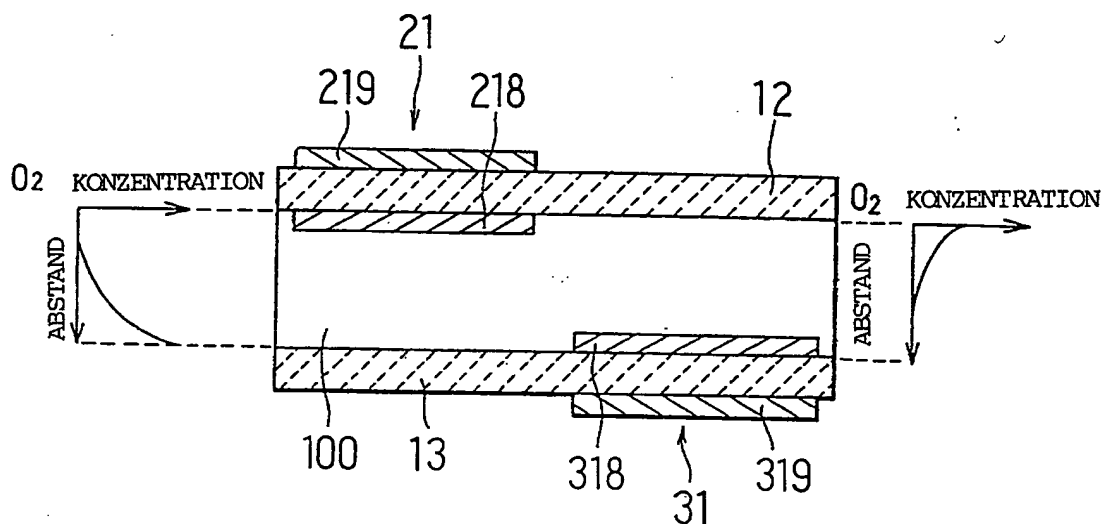


FIG. 9

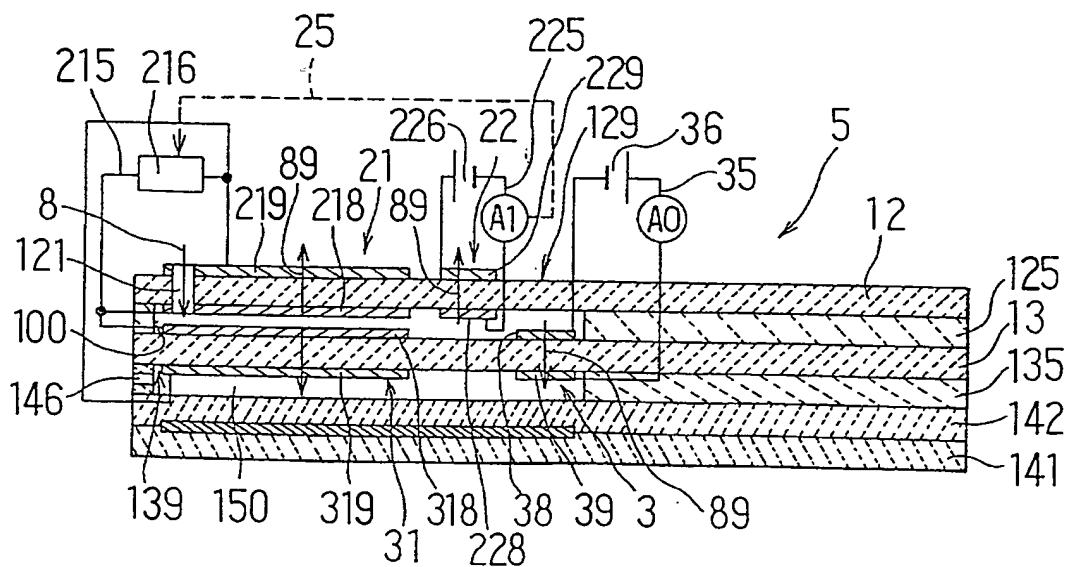


FIG. 10

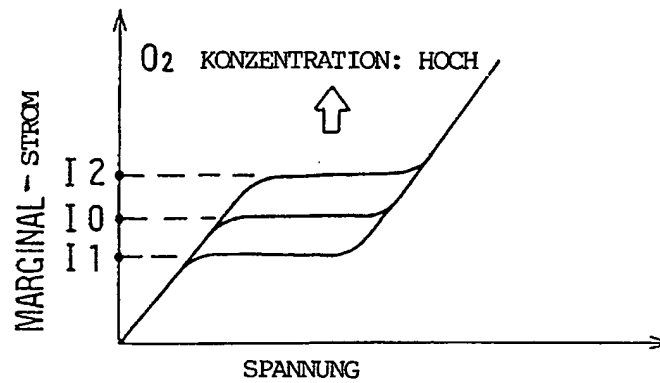


FIG. 11

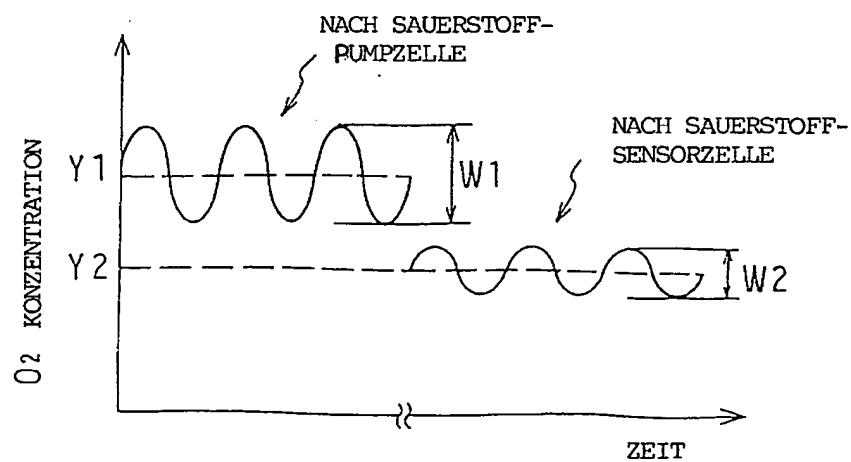


FIG. 12

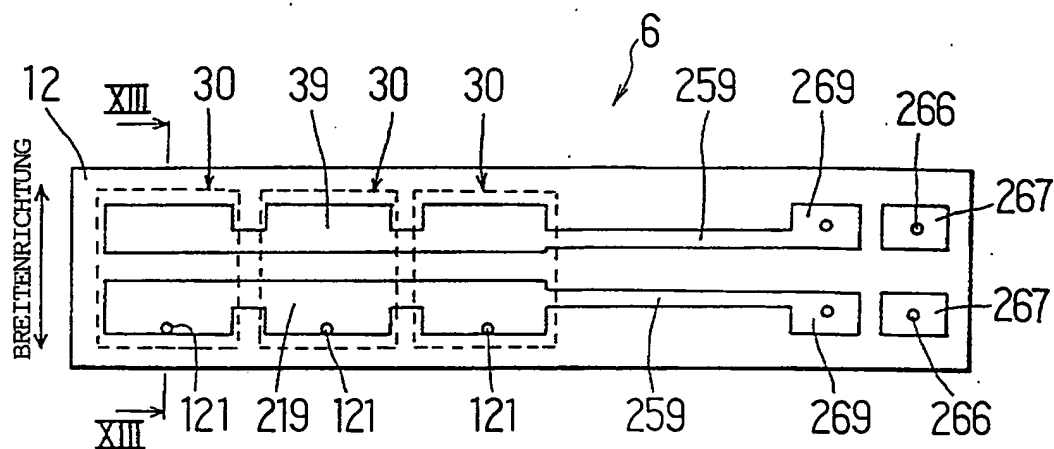


FIG. 13

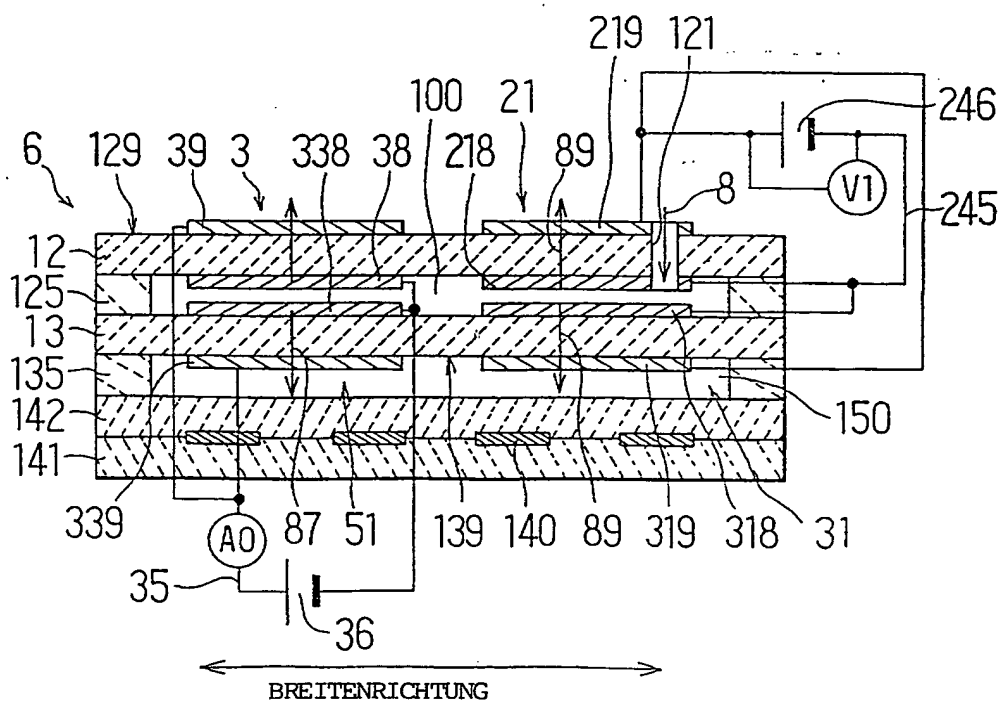


FIG. 14

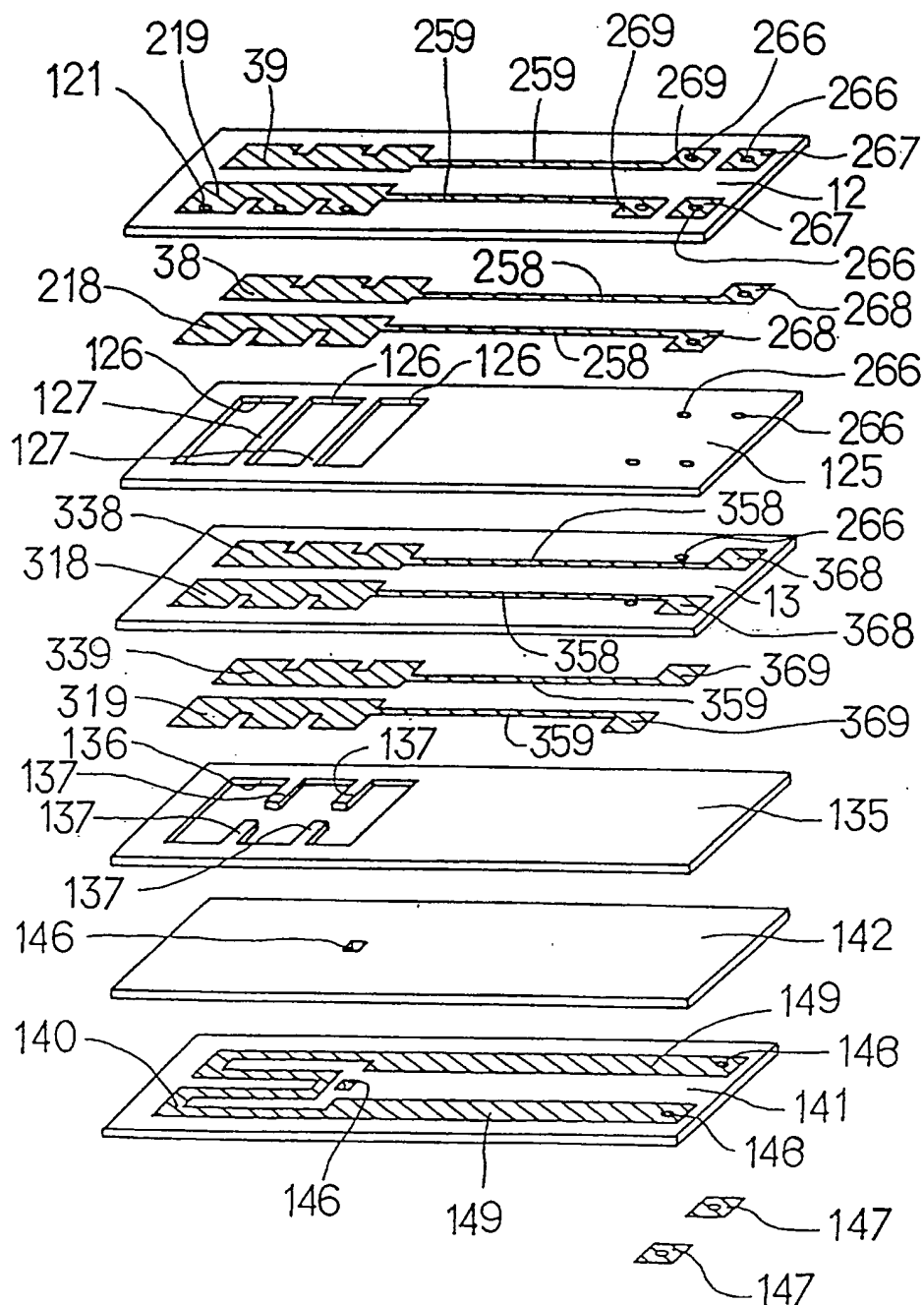


FIG. 15

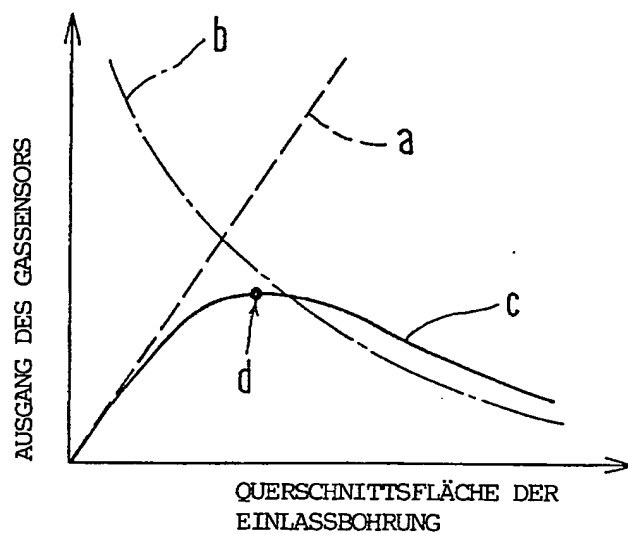


FIG. 16

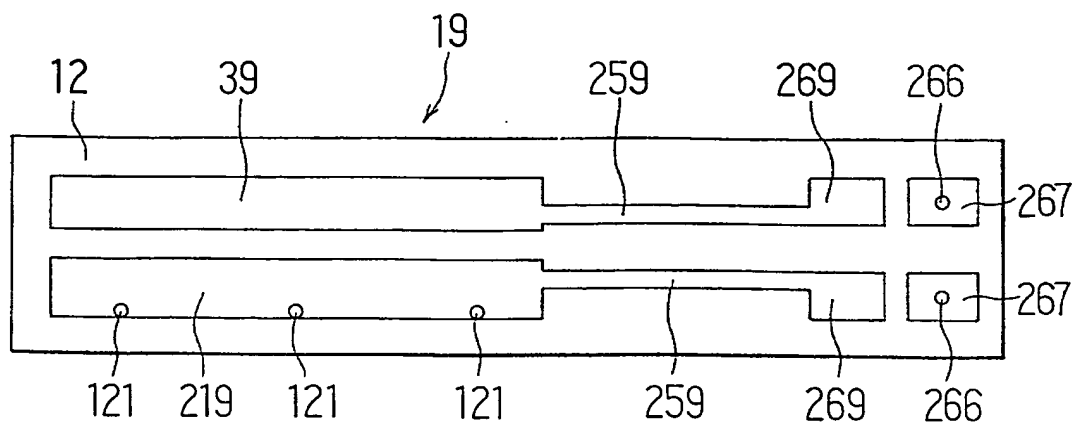


FIG. 17

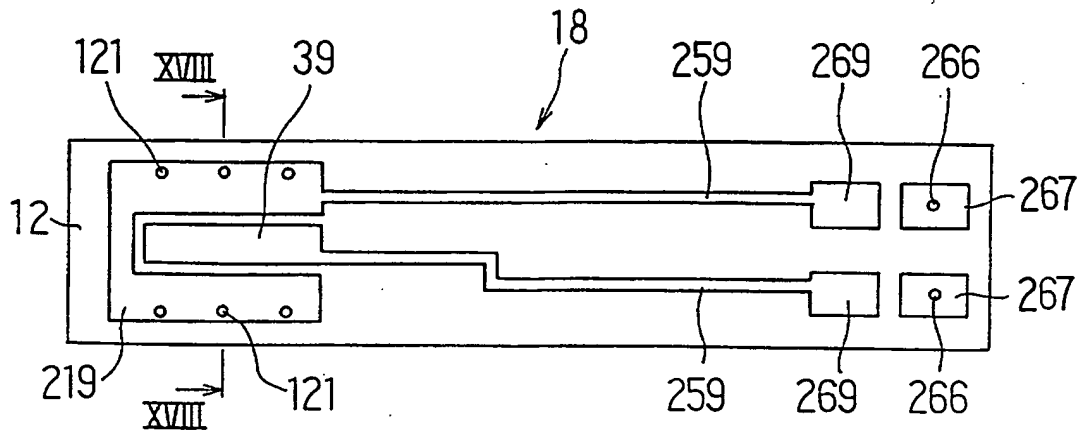


FIG. 18

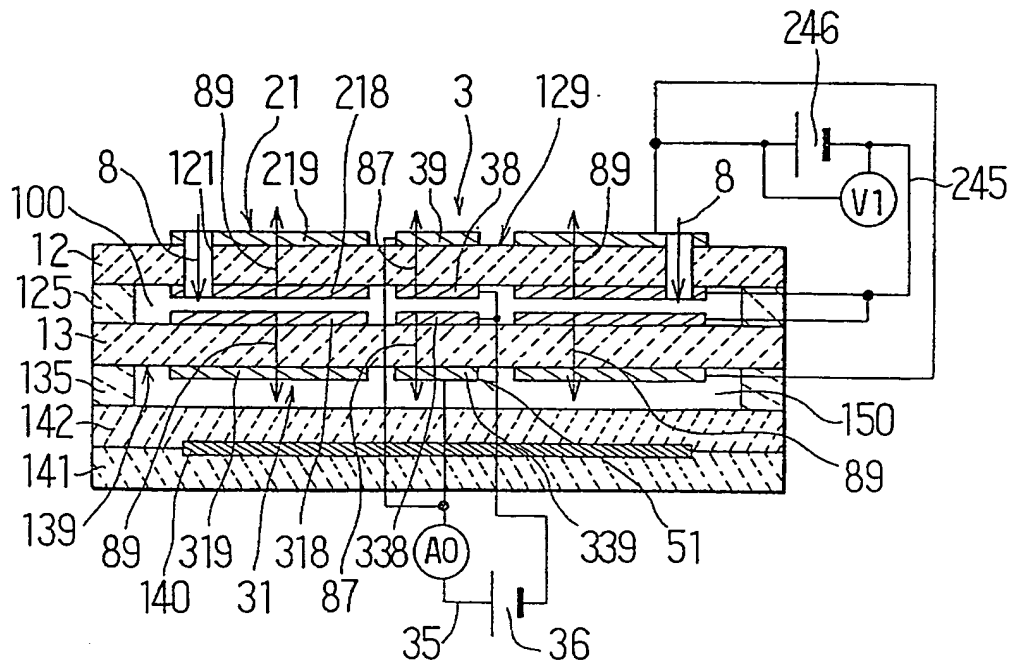


FIG. 19

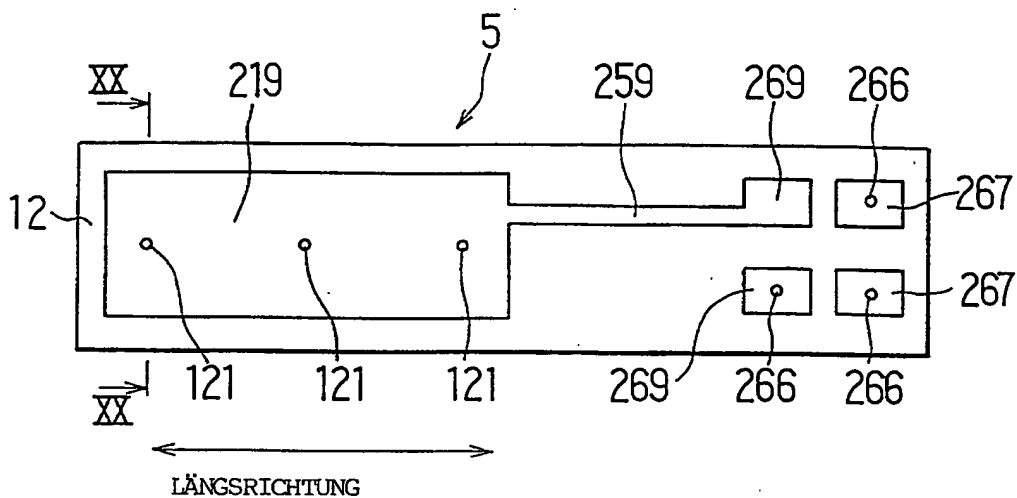


FIG. 20

